This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

P. GUICHARD

TRAITÉ DE DISTILLERIE

INDUSTRIE

DE LA DISTILLATION

Encyclopédie Industrielle

J. B. BAILLIERE & FILS

Digitized by Google

Agri. Dept. Library.
Main Lib.
Agric. Dept.
LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF CALIFORNIA.
Accession 89861. Class .....
x538

panification.

Busquet (**R.**). Traité d'électricité industrielle.

Charabot (**E.**). Les parfums artificiels.

Coffignal (**L.**). Verres et émaux.

Convert (**F.**). L'industrie agricole.

Coreil (**F.**). L'eau potable.

Gain (**E.**). Précis de chimie agricole.

Girard. Cours de marchandises.

Guichard (**P.**). Chimie du distillateur.

— Précis de chimie industrielle.

— L'industrie de la distillation.

— L'eau dans l'industrie.

— Microbiologie du distillateur.

Guinochet (**E.**). Les eaux d'al[illegible] mentation.

Lefèvre (**J.**). L'acétylène.

— Savons et bougies.

Lejeal (**A.**). L'aluminium.

Leroux (**G.**) **et Revel.** La traction mécanique.

Pécheux (**H.**). Précis de physique industrielle.

Petit (**P.**). La bière et l'industrie de la brasserie.

Riche (**A.**). Le pétrole.

Trillat (**A.**). L'industrie chimique en Allemagne.

— Les produits chimiques employés en médecine.

Vivier (**A.**). Analyse et essais des matières agricoles.

Voinesson de Lavelines (**H.**). Cuirs et peaux.

Digitized by Google

LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS

Rue Hautefeuille, 19, près du Boulevard Saint-Germain, PARIS

Bibliothèque des Connaissances Utiles

à 4 francs le volume cartonné

Collection de volumes in-16 illustrés d'environ 400 pages

Auscher. *L'art de découvrir les sources.*
Aygalliers (P. d'). *L'olivier et l'huile d'olive.*
Barré. *Manuel de génie sanitaire*, 2 vol.
Baudoin (A.). *Les eaux-de-vie et le cognac.*
Bachelet. *Conseils aux mères.*
Beauvisage. *Les matières grasses.*
Bel (J.). *Les maladies de la vigne.*
Bellair (G.). *Les arbres fruitiers.*
Berger (E.). *Les plantes potagères.*
Blanchon. *Canards, oies, cygnes.*
— *L'art de détruire les animaux nuisibles.*
— *L'industrie des fleurs artificielles.*
Bois. (D.). *Les orchidées.*
— *Les plantes d'appartements et de fenêtres.*
— *Le petit jardin.*
Bourrier. *Les industries des abattoirs.*
Brévans (de). *La fabrication des liqueurs.*
— *Les conserves alimentaires.*
— *Les légumes et les fruits.*
— *Le pain et la viande.*
Brubel. *Les nouveautés photographiques.*
— *Carnet-Agenda du Photographe.*
Buchard (J.). *Le matériel agricole.*
— *Les constructions agricoles.*
Cambon (V.). *Le vin et l'art de la vinification.*
Champetier. *Les maladies du jeune cheval.*
Coupin (H.). *L'aquarium d'eau douce.*
— *L'amateur de coléoptères.*
— *L'amateur de papillons.*
Cuyer. *Le dessin et la peinture.*
Dalton. *Physiologie et hygiène des écoles.*
Denaiffe. *La culture fourragère.*
Donné. *Conseils aux mères.*
Dujardin. *L'essai commercial des vins.*
Durand (E.). *Manuel de Viticulture.*
Dussuc (E.). *Les ennemis de la vigne.*
Espanet (A.). *La pratique de l'homœopathie.*
Ferrand (E.). *Premiers secours en cas d'accidents.*
Ferville (E.). *L'industrie laitière.*
Fontan. *La santé des animaux.*
Fitz-James. *La pratique de la viticulture.*
Gallier. *Le cheval Anglo-Normand.*
Girard. *Manuel d'apiculture.*
Gobin (A.). *La pisciculture en eaux douces.*
— *La pisciculture en eaux salées.*
Gourret. *Les pêcheries de la Méditerranée.*
Graffigny (H de). *Les industries d'amateurs.*
Gunther. *Médecine vétérinaire homœopathique.*
Guyot (E.). *Les animaux de la ferme.*
Halphen (G.). *La pratique des essais commerciaux*, 2 vol.
Héraud. *Les secrets de la science et de l'industrie.*
— *Les secrets de l'alimentation.*
— *Les secrets de l'économie domestique.*
— *Jeux et récréations scientifiques.*
Lacroix-Danliard., *La plume des oiseaux.*
— *Le poil des animaux et fourrures.*
Larbalétrier (A.). *Les engrais.*
Leblond et Bouvier. *La gymnastique.*
Lefèvre (J.). *Les nouveautés électriques.*
— *Le chauffage.*
— *Les moteurs.*
Locard. *Manuel d'ostréiculture.*
— *La pêche et les poissons d'eau douce.*
Londe (A.). *Aide-mémoire de Photographie.*
Montillot (L.). *L'éclairage électrique.*
— *L'amateur d'insectes.*
— *Les insectes nuisibles.*
Montserrat et Brissac. *Le gaz.*
Moreau (H.). *Les oiseaux de volière.*
Moquin-Tandon. *Botanique médicale.*
Piesse (L.). *Histoire des parfums.*
— *Chimie des parfums et essences.*
Pertus (J.). *Le chien.*
Poutiers. *La menuiserie.*
Relier (L.). *Guide pratique de l'élevage du cheval.*
Riche (A.). *L'art de l'essayeur.*
— *Monnaies, médailles et bijoux.*
Rémy Saint-Loup. *Les oiseaux de parcs.*
— *Les oiseaux de basse-cour.*
Schribaux et Nanot. *Botanique agricole.*
Sauvaigo (E.). *Les cultures Méditerranéennes.*
Saint-Vincent (D^r de). *Médecine des familles.*
Tassart. *L'industrie de la teinture.*
— *Les matières colorantes.*
Thierry. *Les vaches laitières.*
Vignon (L.). *La soie.*
Vilmorin (Ph. de). *Manuel de floriculture.*
Witz (A.). *La machine à vapeur.*

ENVOI FRANCO CONTRE UN MANDAT POSTAL

Google

LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS
Rue Hautefeuille, 19, près du Boulevard Saint-Germain, PARIS

Bibliothèque Scientifique Contemporaine

Collection de volumes in-16 de 350 pages environ, avec figures

à 3 fr. 50 le volume

Acloque (A.). Les champignons.
— Les Lichens.
Battandier et Trabut. L'Algérie.
Baye (J. de). L'archéologie préhistorique.
Bernard (Claude). La science expérimentale.
Blanc. Les anomalies chez l'homme.
Blocher (G.). Les Vosges.
Cazeneuve. La coloration des vins.
Charpentier (A). La lumière et les couleurs.
Chatin (J.). La cellule animale.
Comte (Aug.). Principes de philophie positive.
Cotteau (G.). Le préhistorique en Europe.
Dallet (G.). Les merveilles du ciel.
— La prévision du temps.
Debierre (Ch.). L'homme avant l'histoire.
Dollo (L.). La vie au sein des mers.
Falsan (A.). Les Alpes françaises.
Ferry de la Bellonne. La truffe.
Folin (de). Bateaux et navires.
— Pêches et chasses géologiques.
— Sous les mers.
Fouqué. Les tremblements de terre.
Foveau. Les facultés mentales des animaux.
Fraipont. Les cavernes.
Frédéricq. La lutte pour l'existence.
Gadeau de Kerville (H.). Les animaux lumineux.
Gallois (E.). La poste, le télégraphe, le téléphone.
Gaudry (A.). Les ancêtres de nos animaux.
Girod (P.). Les sociétés chez les animaux.
Graffigny (A. de). La navigation aérienne.
Gun (colonel). L'artillerie actuelle.
— L'électricité appliq. à l'art milit.
Hamonville (d'). La vie des oiseaux.
Herpin. La vigne et le raisin.
Houssay (F.) Les industries des animaux.
Huxley (Th.). L'origine des espèces et l'évolution.
— La place de l'homme dans la nature.
— Les problèmes de la biologie.
— Les problèmes de la géologie.
— Science et religion.
— Les sciences naturelles et l'éducation.
Jourdan. Les sens chez les animaux inférieurs.
Lefèvre (J.). La photographie et ses applications.
Le Verrier (M.). La métallurgie en France.
Liebig. Les sciences d'observation au moyen âge.
Loret. L'Egypte au temps des pharaons.
Loverdo. Les maladies des céréales.
Montillot. La télégraphie actuelle.
Perrier (Ed.). Le transformisme.
Planté. Phénomènes électriques de l'atmosphère.
Plytoff (G.). La magie.
— Les sciences occultes.
Priem (F.). L'évolution des formes animales.
Quatrefages (A. de). Les Pygmées.
Renault (B.). Les plantes fossiles.
Saporta (A. de.) Théories et notations de la chimie.
Saporta (G. de). Origine paléontologique des arbres.
Schœller (H.). Les chemins de fer.
Trouessart. Au bord de la mer.
— La géographie zoologique.
Trutat (P.). Les Pyrénées.
Vuillemin (P.). La biologie végétale.

ENVOI FRANCO CONTRE UN MANDAT POSTAL

Digitized by Google

L'Eau potable, par F. COREIL, directeur du laboratoire municipal de Toulon, 1896, 1 vol. in-18 jésus de 359 pages avec 136 figures, cartonné . . . . . 5 fr.

Eléments et caractères de l'eau potable. Différentes eaux potables : eau distillée, eau de pluie, de source, etc. Analyse chimique, prise d'échantillon, analyse qualitative et quantitative. Examen microscopique. Analyse bactériologique. Amélioration et stérilisation des eaux.

Les Eaux d'alimentation, épuration, filtration, stérilisation, par ED. GUINOCHET, pharmacien en chef de l'hôpital de la Charité, 1894, 1 vol. in-18 jésus de 370 pages, avec 52 figures, cartonné . . . . . 5 fr.

I. *Filtration centrale :* Galeries filtrantes, filtres à sable, puits Lefort, procédés industriels. — II. *Filtration domestique : Epuration par les substances chimiques* (procédés Gaillet, Maignen-Burlureaux, Permanganate de potasse, acide citrique, charbon). *Filtres domestiques* (Maignen, Richard, Chamberland, Varall-Brisse, Berkefeld, Mallié, etc.). *Nettoyage et stérilisation des filtres* (Nettoyeur André, Expériences de M. Guinochet, stérilisation des bougies filtrantes). — III. *Stérilisation par la chaleur : Action de la chaleur, appareils stérilisateurs* (Appareils Rouart, Geneste et Herscher, Fremont, Siemens, Grove, etc.)

L'Eau dans l'industrie, par P. GUICHARD, 1894, 1 vol. in-18 jésus de 417 pages, avec 80 figures, cartonné . 5 fr.

L'eau joue un grand rôle dans la plupart des industries ; elle doit posséder certaines qualités, suivant les usages auxquels on la destine; elle doit surtout être débarrassée de ses impuretés pour pouvoir être utilisée. M. Guichard s'occupe d'abord de l'analyse chimique, microscopique et bactériologique de l'eau, puis de la purification des eaux naturelles, par les procédés physiques ou chimiques. Il passe en revue les différentes espèces d'eaux employées; puis il étudie l'emploi de l'eau à l'état solide, c'est-à-dire la fabrication et l'emploi de la glace, à l'état liquide dans les industries alimentaires, brasseries, distilleries, sucreries, etc.; dans la teinturerie, la papeterie, les industries chimiques, etc. Il traite ensuite des eaux résiduaires, de leur évaporation, de leur emploi comme engrais. Enfin l'ouvrage se termine par l'étude des diverses méthodes de purification des eaux résiduaires : par irrigation, par procédés chimiques ou électrolytiques.

La Galvanoplastie, *le nickelage, l'argenture, la dorure, l'électro-métallurgie et les applications chimiques de l'électrolyse,* par E. BOUANT, agrégé des sciences physiques, 1894, 1 vol. in-18 jésus de 400 pages, avec 52 figures, cart. 5 fr.

I. *Notions générales sur l'électrolyse :* Unités pratiques de mesure. Sources d'électricité employées dans les opérations électrolytiques. Piles, accumulateurs, machines électrolytiques. — *Galvanoplastie.* Moulage. Disposition des bains, formation du dépôt, électrotypie. — III *Electrochimie :* Décapage, cuivrage, argenture, dorure. Dépôt de divers métaux, coloration et ornementation par les dépôts métallitiques. — IV. *Electrométallurgie.* — V. *Applications chimiques de l'électrolyse :* Epuration des eaux, désinfection, blanchiment, fabrication du chlore, tannage, préparation de l'oxygène et de l'hydrogène, rectification de l'acool.

Le Pétrole, par A. RICHE, professeur de chimie minérale à l'Ecole supérieure de pharmacie, et G. HALPHEN, chimiste au Laboratoire du Ministère du commerce, 1896, 1 vol. in-18 jésus de 400 pages, avec figures, cartonné. . . . . 5 fr.

Google

Couleurs et vernis, par G. HALPHEN, chimiste au Ministère du commerce, 1894, 1 vol. in-18 jésus de 388 pages, avec 29 figures, cartonné. . . . . 5 fr.

Ce livre présente l'ensemble des connaissances générales relatives à la fabrication des couleurs et vernis, tant au point de vue technique que dans leurs rapports avec l'art, l'industrie et l'hygiène.

On trouvera réunis dans ce volume tous les renseignements qui peuvent guider l'artiste ou l'artisan dans le choix des substances qu'il veut employer et le fabricant dans les manipulations qu'entraîne leur préparation. Il a été suivi une marche uniforme à propos de chaque couleur : la synonymie, la composition chimique, la fabrication, les propriétés et les usages. L'auteur a pu recueillir auprès des industriels un grand nombre de renseignements pratiques sur les procédés les plus employés dans la fabrication des couleurs et des vernis.

L'industrie de la soude, par G. HALPHEN, 1895, 1 vol. in-18 jésus de 368 pages, avec 91 figures, cartonné. 5 fr.

Cet ouvrage renferme : 1° L'exposé des propriétés et des modes d'extraction des matières premières; 2° L'étude des anciennes méthodes de fabrication de la soude; 3° Un examen détaillé des procédés actuellement en usage dans les soudières, ce qui a nécessité les études spéciales de la fabrication du sulfate de soude, de la condensation de l'acide chlorhydrique, de la régénération de l'ammoniaque et du chlore dans le procédé à l'ammoniaque, de celle du soufre dans les marcs ou charrées de soude Leblanc; 4° Les notions relatives à la fabrication de la soude caustique ; 5° Les principes généraux de fabrication de la soude par la cryolithe et les sulfures doubles.

Les produits chimiques employés en médecine, *chimie analytique et fabrication industrielle* par A. TRILLAT. Introduction par P. SCHUTZENBERGER, de l'Institut, 1894, 1 vol. in-18 jésus de 415 pages avec 67 fig., cartonné. . 5 fr.

Quatre chapitres sont consacrés à la classification des *antiseptiques*, à leur constitution chimique, à leurs procédés de préparation et à la détermination de la valeur d'un produit médicinal, Vient ensuite une classification rationnelle des produits médicaux, dérivés de la *série grasse* et de la *série aromatique*. Pour chaque substance on trouve : la constitution chimique, les procédés de préparation, les propriétés physiques, chimiques et physiologiques et la forme sous laquelle elle est employée. Ce livre s'adresse non seulement et aux savants désireux de se familiariser avec la chimie des produits médicinaux, mais encore et aux industriels qui veulent s'initier aux procédés de fabrication.

Savons et Bougies, par JULIEN LEFÈVRE, agrégé des sciences physiques, professeur à l'Ecole des sciences de Nantes, 1 vol. in-18 jésus de 424 pages, avec 116 figures, cart. . 5 fr.

M. Lefèvre expose d'abord les notions générales sur les corps gras neutres, leur composition, leurs propriétés et les différents modes de saponification.

Il traite ensuite de la savonnerie et décrit les matières premières (corps gras et lessives alcalines), les procédés de fabrication (savons marbrés et savons blancs de Marseille, savons durs, savons d'empâtage, savons de toilette à chaud, savons mous, savons industriels et médicinaux), les falsifications et les modes d'essai. La seconde partie contient la fabrication des bougies de toutes sortes (procédés de fusion des suifs, fabrication des chandelles, falsification et essai des suifs, extraction et purification des acides gras solides, moulage des bougies stéariques fabrication des bougies colorées, creuses, enroulées, allumettes-bougies, etc.), fabrication de la glycérine.

Dans les deux industries, l'auteur s'est appliqué à faire connaître les méthodes et les appareils les plus récents et les plus perfectionnés.

Digitized by Google

ENCYCLOPÉDIE DE CHIMIE INDUSTRIELLE

INDUSTRIE

DE LA DISTILLATION

Digitized by Google

DU MÊME AUTEUR :

Traité de Distillerie

Ouvrage complet, 3 vol. in-18 jésus . . . . . 15 fr.

I. **Chimie du distillateur.** *Matières premières et produits de fabrication*, 1 vol. in-18 jésus, avec 73 figures, cart. (*Encyclopédie de chimie industrielle*) . . . . . 5 fr.

II. **Microbiologie du distillateur.** *Ferments et fermentations*, 1 vol. in-18 jésus, avec 106 figures, cart. (*Encyclopédie de chimie industrielle*) . . . . . 5 fr.

III. **Industrie de la distillation.** *Levures et alcools*, 1 vol. in-18 jésus, avec 137 figures, cart. (*Encyclopédie de chimie industrielle*) . . . . . 5 fr.

Précis de chimie industrielle. *Notation atomique.* 1894, 1 vol. in-18 jésus, 422 p., avec 68 fig., cart. (*Encyclopédie de chimie industrielle*) . . . . . 5 fr.

L'eau dans l'industrie. *Purification, filtration, stérilisation.* 1894, 1 vol. in-18 jésus, 417 p., avec 80 fig., cart. (*Encyclopédie de chimie industrielle*) . . . . . 5 fr.

A LA MÊME LIBRAIRIE :

ENCYCLOPÉDIE DE CHIMIE INDUSTRIELLE

La bière et l'industrie de la brasserie, par Paul Petit, professeur à la faculté des Sciences de Nancy, directeur de l'Ecole de Brasserie de Nancy. 1896, 1 vol. in-18 jésus, 420 pages et 74 figures, cart . . . . . 5 fr.

Le pain et la panification. *Théorie et technologie de la boulangerie et de la meunerie*, par Léon Boutroux, doyen de la Faculté des sciences de Besançon. 1897, 1 vol. in-18 jésus de 400 pages, avec 50 figures, cart . . . . . 5 fr.

L'industrie chimique, par A. Haller, directeur de l'Institut chimique de la Faculté des sciences de Nancy. 1895, 1 vol. in-18 jésus de 400 pages, avec 8 figures, cart. . . . . 5 fr.

Précis de chimie agricole, par Edm. Gain. 1895, 1 vol. in-18 jésus, avec 93 figures, cart . . . . . 5 fr.

Le sucre et l'industrie sucrière, par Paul Horsin-Déon. 1894, 1 vol. in-18 jésus, 405 pages, avec 83 figures, cart . . . . . 5 fr.

L'industrie de la soude, par G. Halphen. 1895, 1 vol. in-18 jésus, avec 90 figures, cart . . . . . 5 fr.

L'eau potable, par Coreil, directeur du laboratoire municipal de Toulon. 1896, 1 vol. in-18 jésus, 360 pages et 135 fig, cart. 5 fr.

Les eaux d'alimentation. *Épuration filtration stérilisation*, par le Dr Guinochet. 1894, 1 vol. in-18 jésus, avec 52 figures, cart. 5 fr.

Savons et bougies, par Julien Lefèvre. 1894, 1 vol. in-18 jésus, 426 pages, avec 116 figures, cart. . . . . 5 fr.

ANGERS, IMPRIMERIE DE A. BURDIN, 4, RUE GARNIER.

Digitized by Google

TRAITÉ DE DISTILLERIE

INDUSTRIE
DE LA DISTILLATION
LEVURES ET ALCOOLS

PAR

M. P. GUICHARD

ANCIEN CHIMISTE DE DISTILLERIE
MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Avec 138 figures intercalées dans le texte.

FABRICATION DES LIQUIDES SUCRÉS
PAR LE MALT ET PAR LES ACIDES

FERMENTATION
DES GRAINS, POMMES DE TERRE, BETTERAVES, MÉLASSES, ETC.

INDUSTRIE DE LA LEVURE
DE BRASSERIE, DE DISTILLERIE ET LEVURE PURE

FABRICATION DE L'ALCOOL
GRAINS, POMMES DE TERRE, BETTERAVES, MÉLASSES, ETC.
DISTILLATION ET PURIFICATION DE L'ALCOOL

APPLICATIONS
LEVURES — ALCOOLS — RÉSIDUS

PARIS
LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS
Rue Hautefeuille, 19, près du boulevard Saint-Germain.

1897

Tous droits réservés.

TP590
G8
v.3

Main Lib.
Acq. Dept

Digitized by Google

PRÉFACE

Nous sommes arrivé à la fin de notre tâche.

Conformément à notre programme, nous avons étudié successivement la science et l'industrie de la distillerie, laquelle, en France, n'était représentée jusqu'à présent que par des ouvrages anciens ou limités à un point spécial de la question : les *eaux-de-vie et les liqueurs*.

Nous nous sommes efforcés de combler cette lacune. Il nous reste à remercier les collaborateurs qui nous ont aidé, soit par leurs communications directes, soit par les renseignements fournis par leurs travaux.

Nous devons signaler, à ce point de vue, la sixième édition du *Traité de distillerie* de Mœrcker.

Nous devons aussi nos remerciements aux nombreux industriels qui ont bien voulu mettre à notre disposition les figures représentant leurs appareils, et notamment à MM. Barbet, Barbier, Leinhaas, Paucksch, Savalle, Venuleth, etc.

Digitized by Google

89861

Dans nos recherches bibliographiques dans la littérature allemande, nous avons eu à traduire de nombreuses expressions techniques employées chez nos voisins. Ces expressions nous ont paru pouvoir être utiles. Nous les avons réunies dans une *Table technique*, qui comprend l'allemand-français et le français-allemand; nous y avons joint les synonymes anglais.

Nous espérons que cet appendice rendra service aux distillateurs et aux chimistes de distillerie.

P. GUICHARD.

Meudon, 34, avenue Jacqueminot.

1er *Juillet* 1896.

Digitized by Google

LIBRARY OF THE UNIVERSITY

TRAITÉ DE DISTILLERIE

INDUSTRIE DE LA DISTILLATION

INTRODUCTION

L'industrie de la distillerie se compose de deux parties : la fabrication du liquide alcoolique et la séparation de l'alcool ou distillation.

La première est de beaucoup la plus importante. De la manière dont elle est exécutée dépend tout le succès : l'alcool, en effet, sera plus ou moins bon, suivant la manière dont la fermentation aura été conduite. Mais, pendant longtemps, cette partie de l'opération a été très négligée, abandonnée à la routine d'ouvriers ignorants ; on expérimentait en aveugle les recettes plus ou moins insignifiantes enfantées par l'imagination d'un contre-maître.

Quant à la distillation, c'était avant tout une question de chaudronnerie.

Les travaux de Pasteur et de ses élèves sur la fermentation, en apportant des éléments certains dans l'étude de la fermentation, ont permis de diriger la fermentation d'une manière plus scientifique; et l'étude de la nature et du mode de formation des principes des liquides fermentés ont montré quel but devait

Digitized by Google

poursuivre le distillateur et les précautions qu'il devait prendre pour avoir un alcool aussi pur que possible.

La fabrication de la levure, qui a pris rapidement un grand développement, a eu une grande influence sur le perfectionnement de l'industrie de la distillerie, en forçant le distillateur à soigner la première partie de son travail, de façon à obtenir la plus grande quantité possible de levure de bonne qualité.

Nous étudierons donc d'abord la préparation du liquide fermenté et de la levure, ensuite l'extraction de l'alcool, et enfin leurs applications.

Le tableau suivant résume, du reste, les diverses divisions du volume :

Livre I. Fabrication des liquides sucrés.	1re partie.	Saccharification par le malt.
	2e partie.	Saccharification par les acides.
Livre II. Fermentation	1re partie.	Fermentation des matières amylacées.
	2e partie.	Fermentation des topinambours.
	3e partie.	Fermentation des betteraves.
	4e partie.	Fermentation des mélasses.
Livre III. Industrie de la levure	1re partie.	Levure de brasserie.
	2e partie.	Levure de distillerie.
	3e partie.	Levure pure.
Livre IV. Fabrication de l'alcool	1re partie.	Fabrication de l'alcool.
	2e partie.	Distillation des liquides fermentés.
	3e partie.	Purification de l'alcool.
	4e partie.	Fabrication de l'alcool sans fermentation.
Livre V. Applications.	1re partie.	Emplois de la levure.
	2e partie.	Emplois de l'alcool.
	3e partie.	Emplois des résidus.

Digitized by Google

LIVRE PREMIER.

FABRICATION DES LIQUIDES SUCRÉS

Les liquides susceptibles de fermenter sont tous des solutions de matières sucrées.

Les sucres se trouvent dans les produits naturels, soit tout préparés, soit sous la forme d'un produit qui peut se transformer en sucre par une opération préliminaire.

Nous avons déjà étudié les propriétés de ces derniers produits, à propos de la *Cellulose*, de l'*Amidon*, de l'*Inuline*, etc. (1), et leur transformation en sucre, au point de vue scientifique (2).

Nous allons étudier maintenant leur transformation en sucre par des procédés industriels.

L'opération par laquelle on transforme ces divers produits en sucre se nomme *saccharification*.

Elle se fait, dans l'industrie, par deux procédés principaux : la saccharification par le *malt* et la saccharification par les *acides*.

Bien que les résultats fournis par ces deux méthodes ne soient pas les mêmes, au point de vue théorique, on doit les envisager, ainsi que nous l'avons vu, comme un même phénomène : la fixation de l'eau par hydrolyse.

(1) Guichard, *Traité de distillerie*, t. I, *Chimie du distillateur*, 1895.

(2) Guichard, *Traité de distillerie*, t. II, *Microbiologie du distillateur*, 1896.

Digitized by Google

PREMIÈRE PARTIE

SACCHARIFICATION PAR LE MALT

CHAPITRE PREMIER. — PRÉPARATION DU MALT.

Article Premier. — Choix de l'orge.

La *germination* a pour but de développer en plus grande quantité dans le grain le ferment soluble que nous avons décrit sous le nom de *diastase* ou *amylase*.

La plupart des graines pourraient fournir de l'amylase, mais c'est aux céréales qu'on s'adresse toujours pour cet objet : l'orge et le maïs sont le plus souvent employés ; mais le seigle, le blé donnent également de bons résultats.

Le grain d'orge (fig. 1 et 2) a une forme allongée; il est renfermé dans une enveloppe membraneuse qui se termine par une sorte de long poil qui constitue la *balle d'orge*; l'enveloppe, nommée *épisperme*, est formée de deux membranes adhérentes.

Un sillon longitudinal traverse le grain dans toute sa longueur. Dans le grain, se trouve l'*embryon*, germe de la future plante, et l'*endosperme* ou *albumen*, formé des cellules qui renferment l'*amidon*.

Ces cellules sont séparéesde l'enveloppe par une couche de *gluten* renfermé dans des cellules à parois épaisses. C'est l'endosperme qui fournira au germe la nourriture qui lui est nécessaire, jusqu'à ce que le développement des racines et des feuilles lui permettent de la puiser dans le sol et dans l'air.

L'embryon est formé de la *tigelle* et de la *gemmule*, qui forment ensemble la *plumule*, d'où vient le *germe*, les *cotylédons* et la *radicule*, qui devient les *radicelles*.

Pendant la germination, la radicule se développe, donne quatre à cinq radicelles qui percent l'enveloppe. Pendant ce temps, la gemmule s'allonge, tout en restant sous l'enveloppe qu'elle crève seulement quand elle arrive à la partie supérieure du grain. Les cotylédons ne se modifient pas.

Digitized by Google

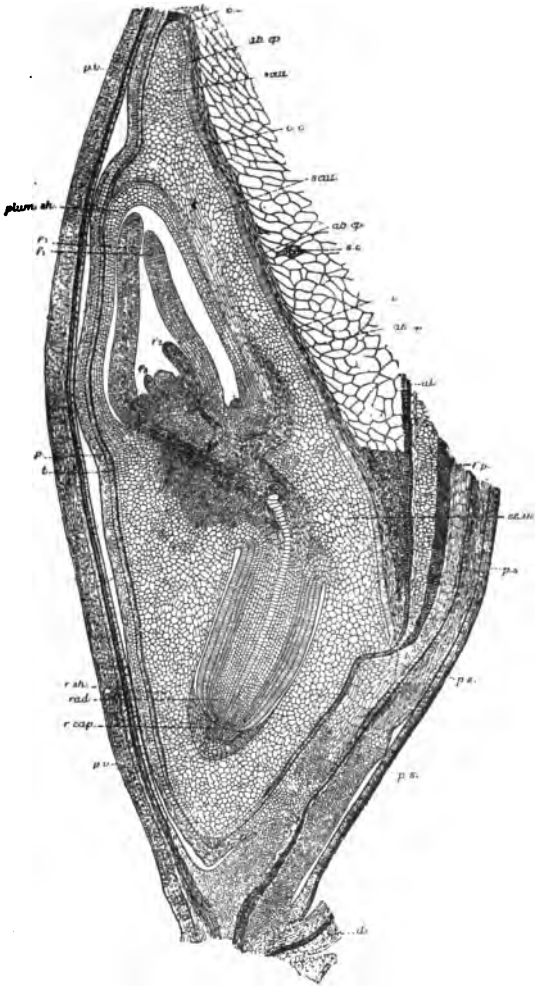


Fig. 1. — Coupe d'un grain d'orge.

Digitized by Google

Le grain d'*avoine* (fig. 3) germe de la même façon.

Le grain de *seigle* (fig. 4) n'a pas d'enveloppe extérieure ; il en résulte que le germe et les radicelles sortent de suite en crevant la mince enveloppe intérieure nommée *tegmen*.

Le germe de *froment* se développe de même.

Le maïs peut également être transformé en malt par le même moyen. Les céréales sont à ce point de vue divisés en deux groupes : les *grains nus* : le seigle, le froment, qui n'ont pas d'enveloppe et les grains à enveloppe : l'orge et l'avoine.

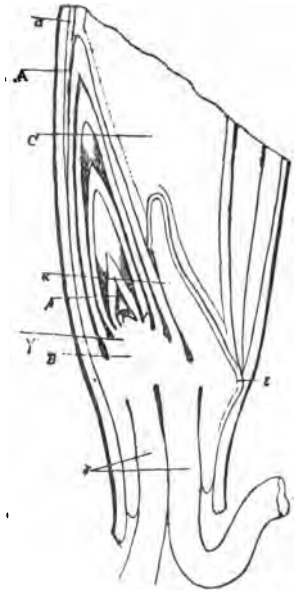


Fig. 2. — Coupe d'un grain d'orge en germination.

δ, radicule ; β, gemmule ; γ, tigelle ; α, cotylédon ; B, embryon ; C, albumen ; A a, épisperme et tegmen.

Il se produit avec ces différents grains d'abord un ferment soluble de la cellulose qu'on a nommé *cytohydrolytique* ou *cytase*. Cette diastase peut dissoudre la cellulose qui forme l'enveloppe des diverses cellules, et notamment celle des cellules à amidon ; le grain se ramollit alors et peut s'écraser entre les doigts. Puis arrive l'*amylase*, qui dissout l'amidon ; le grain devient alors de plus en plus sucré. Les matières azotées sont devenues solubles en se transformant sans doute, soit en diastases, soit en peptones ; puis l'amylase, absorbée par la plante disparaît peu à peu. Il y a donc un moment où l'amylase est en très grande quantité ; c'est en ce moment qu'il faut arrêter la germination, le malt est mûr. Ce point n'est pas encore scientifiquement déterminé. En pratique, on a reconnu que le malt d'orge est

Digitized by Google

mûr *quand les radicelles ont acquis une fois et demie la longueur du grain et le germe les trois quarts de la longueur.*

Le maltage comprend plusieurs opérations.

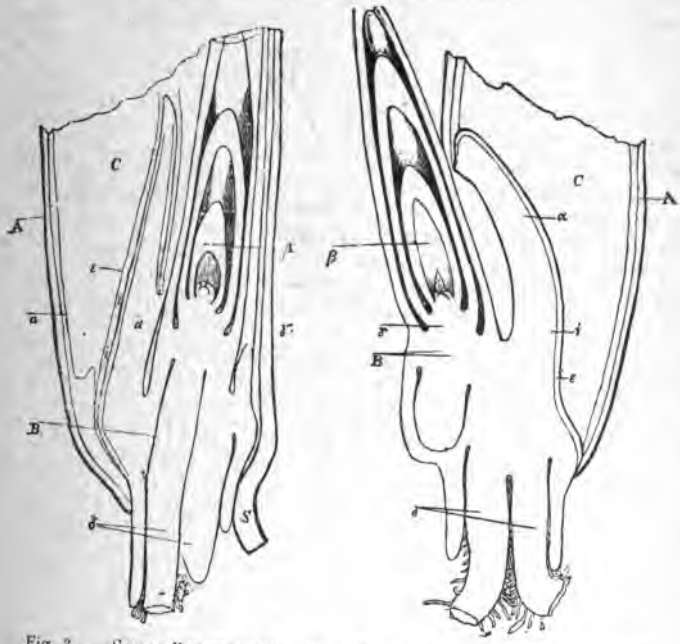


Fig. 3. — Coupe d'un grain d'avoine en germination.

Fig. 4. — Coupe d'un grain de seigle en germination.

δ, radicule; β, gemmule; γ, tigelle; α, cotylédon; B, embryon; C, albumen; A a, épisperme et tegmen.

Article 2. — La Trempe.

La *trempe* a pour but d'humecter le grain.

Le grain absorbe une grande quantité d'eau ; il dégage de l'acide carbonique pur sans gaz carburés ou putrides ni hydrogène, qui indiqueraient des fermentations accidentelles. L'eau de trempe est très acide. Cette acidité est due à l'acide succinique. Elle contient, en outre, des sels minéraux qu'elle a enlevés aux grains ; la matière organique est en quantité très faible.

Le grain qu'on met à tremper doit être d'abord de très bonne

Digitized by Google

qualité, avoir été bien nettoyé pour enlever les poussières et surtout les germes de moisissures qui se développeraient pendant la germination et donneraient un malt mauvais. Le lavage enlève le reste de ces moisissures.

Résumons les diverses qualités que doivent présenter les grains d'orge (1) : ils doivent être de grosseur bien régulière, pleins, à écorce fine, à cassure farineuse et tendre, de couleur jaune clair, exempt de graines étrangères, sec et glissant facilement dans la main quand on le serre, et d'une seule espèce d'orge. Les variétés préférées sont l'orge Chevalier, l'escourgeon. La puissance germinative doit être aussi forte que possible et bien régulière ; c'est pourquoi il ne faut pas mêler deux orges de provenances différentes qui se tremperaient et germeraient inégalement. Une bonne orge doit germer à 96-98 pour 100 ; à 85 pour 100, une orge est considérée comme étant de mauvaise qualité. Elle ne doit pas avoir éprouvé de germination sur le terrain.

L'orge germe mieux quelque temps après la récolte. D'après Mœrcker, une orge, après la récolte, germait à 50 pour 100 et, trois mois plus tard, à 98 ou 100 pour 100. Nous avons obtenu encore un écart plus grand. Une orge reçue le 6 septembre, immédiatement après la récolte, germait à 29 pour 100 ; le 28 janvier suivant, elle a germé complètement. On attribue cet effet à la quantité d'eau irrégulière des orges fraîches ; aussi certains fabricants font sécher l'orge récente avant de la malter. Une orge trop vieille germe mal, surtout si elle est de mauvaise qualité. On préfère généralement l'orge à peau fine et lourde, mais ce ne sont pas des conditions indispensables (2).

La nature de l'eau a peu d'importance.

Les impuretés principales de l'eau sont :

Les *matières organiques*. Elles n'ont d'importance que si elles sont l'indice d'une putréfaction, c'est-à-dire si l'eau renferme des ferments de la putréfaction que le microscope permettra de reconnaître et de l'acide sulfhydrique que les réactifs décèleront. Le dosage des matières organiques se fait par le permanganate de potasse ; ce dosage a, du reste, peu d'importance dans ce cas (3).

Les *acides azoteux* et *azotique* et l'*ammoniaque* ne sont pa

(1) Voir Guichard, *Traité de distillerie*, vol. II, p. 273.
(2) Voir Guichard, *Traité de distillerie*, vol. I, p. 275.
(3) Voir Guichard, *L'Eau dans l'industrie*..

Digitized by Google

non plus des indices d'une eau mauvaise; ces produits se forment normalement dans la nature, et, bien que les matières fertilisantes ne soient pas indispensables à la germination, il n'est pas établi qu'elles lui nuisent en favorisant les ferments nuisibles.

Les *sels calcaires* sont sans inconvénients, même le sulfate de chaux; certains auteurs les considèrent même comme utiles.

Les *chlorures alcalins* et *terreux* et les *sels de fer* passent pour peu favorables; ils existent rarement dans l'eau naturelle en quantité notable.

Certains auteurs admettent que la présence de sels solubles dans une eau est favorable et diminue la perte de matières solubles de l'orge. L'influence des divers produits contenus dans l'eau est encore bien obscure; on peut croire que cela tient à leur peu d'importance.

L'orge, bien nettoyée au moyen de machines spéciales, est lavée dans une cuve formée d'un cylindre terminé inférieurement par un tronc de cône fermé à la partie inférieure (fig. 6). Un tuyau central percé de trous se place au milieu verticalement. On y fait arriver de l'eau par la partie supérieure jusqu'à ce que l'orge soit couverte; elle s'écoule par la partie inférieure. Quand on a suffisamment lavé, on retire le cylindre central et le tronc de cône débouché laisse écouler l'orge dans l'appareil de trempe.

La trempe peut se faire dans le même appareil ou dans une cuve rectangulaire en ciment (fig. 5). Il convient de verser l'orge quand la cuve est remplie d'eau. On agite pendant qu'on verse l'orge, afin d'achever de détacher les impuretés. On enlève celles qui viennent surnager; il s'y trouve en même temps les grains d'orge mauvais. On fait souvent circuler l'eau de façon qu'elle arrive par le bas et déborde par le haut. Quelquefois un laveur spécial à eau courante complète l'épuration.

La durée de la trempe varie avec la nature de l'orge. Les orges à peau épaisse s'hydratent moins vite que celles à peau fine. Trente-six à quarante huit heures de trempe, en été, suffisent; en général, en hiver, il en faut plus.

La quantité d'eau normale de l'orge est 10 à 15 pour 100; mais pour que la germination se fasse bien, il en faut beaucoup plus. On arrête le trempage un peu avant la saturation de l'orge; elle germerait trop vite.

La température est sans influence sur la quantité d'eau; elle n'influence que la durée de la trempe. L'aération de l'eau de

Digitized by Google

trempe est favorable à la germination ultérieure. Pendant la trempe, les grains se dilatent du quart de leur volume et la température augmente.

On reconnaît que l'orge est suffisamment trempée à divers caractères :

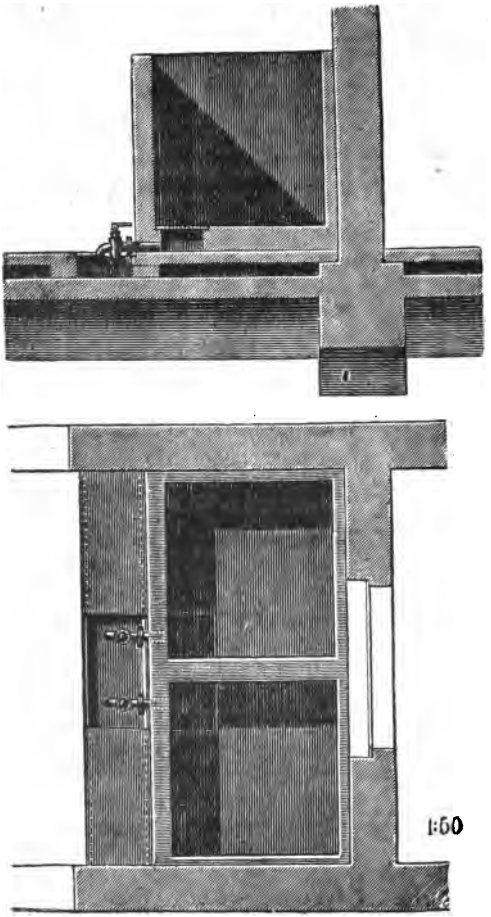


Fig. 5. — Cuves de lavage et trempage.

Digitized by Google

1° Le grain doit s'écraser entre les doigts ;

2° L'enveloppe doit se séparer facilement du grain par frottement ;

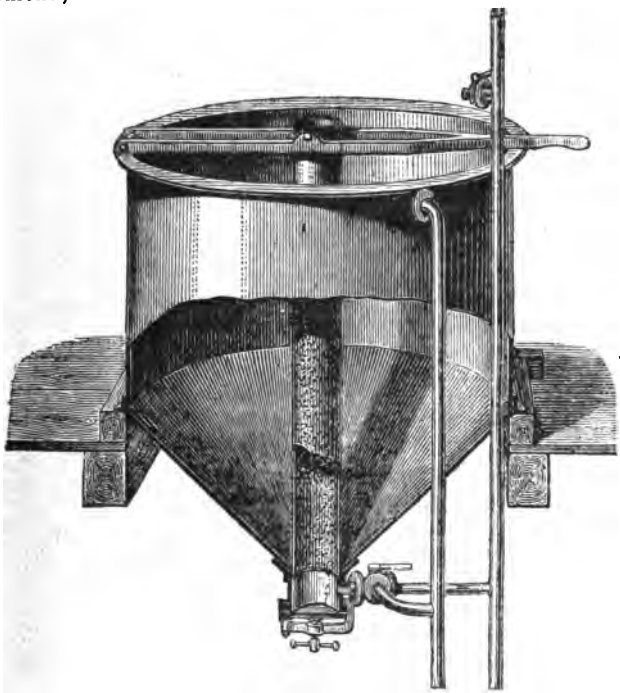


Fig. 6. — Cuve cylindrique.

3° En coupant le grain, il doit montrer au milieu un très petit noyau opaque d'amidon non hydraté ;

4° En plongeant dans la cuve une baguette, on voit quelle a été l'augmentation de volume.

Cent kilogrammes d'orge donne, d'après Mœrcker, de 130 à 160 kilogrammes d'orge trempée non essuyée.

L'eau de trempage est formée de :

Matières organiques. . .	0,70 p. 100	0,39 p. 100
— minérales . . .	0,34	0,18
	1,04 (Lermer)	0,57 (Mulder).

Digitized by Google

Les matières minérales sont formées de :

Potasse	57,49
Acide phosphorique	12,30
Soude	2,71
Chlorure de sodium	13,28
Magnésie	4,43
Chaux	2,21
Acide silicique	2,89
— sulfurique	4.55
	100,00 (Behrend et Stürche).

Les orges à gros grains, d'après les mêmes auteurs, perdent moins de leur poids que les orges à grains petits.

Lorsqu'on est obligé de faire usage d'une orge avariée, il faut diminuer la durée de la trempe, parce que l'orge avariée absorbe plus facilement l'eau. On arrose ensuite pendant la germination, suivant que cela est nécessaire.

Article 3. — Germination.

Lorsque la trempe est terminée, on fait écouler l'orge sur le sol. Pour que cette opération soit plus facile, il est bon que la cuve soit au-dessus du plancher du germoir.

Résumons d'abord les phénomènes de la germination.

Le développement de la vie entraîne la perte d'une certaine quantité d'amidon qui brûle et se transforme en acide carbonique et eau en absorbant de l'oxygène ; 10 pour 100 environ sont ainsi brûlés et constituent une première perte. La perte varie de 7,3 à 11,8 pour 100.

La présence de l'acide carbonique formé peut nuire à la germination consécutive; il importe de l'éliminer par la ventilation et l'emploi d'eau aérée ; on peut le démontrer par l'expérience directe.

D'après Delbrück, le malt dégage, dans le cas d'une germination en présence de l'acide carbonique, une odeur de pomme, et non l'odeur de concombre qui est la caractéristique du malt bien fait.

L'aération et la ventilation des salles des malteries est donc de la plus grande nécessité.

La température doit être aussi constante que possible. La température la plus favorable varie avec la nature des grains.

Digitized by Google

Pour le seigle, le blé, l'orge, la température *optima* est de 18° à 25° et pour le maïs de 30° à 38°. Ce point est important dans les pays chauds qui ont grand avantage à se servir de malt de maïs.

Voici les chiffres trouvés par Haberlandt pour les différents grains :

	Minimum	Maximum	Optimum
Froment . . .	3° à 4°,5	30° à 32°	25°
Seigle	1° à 2°	30°	25°
Orge	3° à 4°,5	28° à 30°	20°
Avoine . . .	4° à 5°	30°	25°
Maïs	8° à 10°	40° à 44°	32° à 35°
Riz	10° à 12°	36° à 38°	30° à 32°

En pratique, on admet des chiffres un peu plus bas, car il faut tenir compte de l'élévation de la température dû au phénomène lui-même. Cette élévation de température peut aller jusqu'à 50°, d'après Gœppert. Le malt formé à haute température est inférieur ; en pratique, pour l'orge, on malte de 15° à 18°.

La lumière et l'électricité ne paraissent pas avoir d'influence. Les dissolutions salines nuisent à la germination. La durée de la germination est d'autant plus ralentie que la quantité de sels est plus considérable. Peu de corps favorisent la germination : les expériences sur cette question paraissent incomplètes.

A part l'air, dont la plus ou moins grande abondance influence dans le même sens la germination, on a signalé l'eau chlorée, le permanganate de potasse et, d'une manière générale, tous les corps producteurs d'oxygène ; mais tous ces corps n'ont aucun avantage sur l'air. Quelques produits sont signalés également, parce qu'ils ramollissent l'enveloppe cornée des grains durs, comme le maïs. On a indiqué pour cet objet les solutions alcalines faibles ; mais ce n'est là qu'une action mécanique étrangère à l'acte de la germination.

MODIFICATIONS PRODUITES PAR LA GERMINATION

Les éléments des grains ont, dans cette opération, subi de grandes modifications. Ils sont devenus solubles, c'est-à-dire susceptibles de passer, par dialyse, à travers les membranes végétales ; de *colloïdes*, ils sont devenus *cristalloïdes*.

Ainsi l'amidon s'est transformé en maltose sous l'influence de la diastase qui se forme d'abord dans l'acte de la germination.

Digitized by Google

Matières azotées. — Cette diastase est le résultat de modifications que subissent les matières azotées. La quantité formée ne paraît pas considérable; mais son activité est telle qu'il suffit de cette petite quantité pour transformer tout l'amidon, et même de l'amidon étranger au grain, jusqu'à ce que les produits formés arrêtent la réaction. Il existe dans l'orge non germée un ferment diastasique, mais qui diffère de la diastase véritable.

Les transformations que subissent les matières azotées ne sont encore connues qu'imparfaitement. Il résulte des travaux sur cette question que les molécules protéiques se dédoublent par hydratation et se transforment en composés azotés plus simples, de la nature des amides, par exemple, l'asparagine. D'après Schultze, 60 pour 100 au moins des matières azotées sont transformées en asparagine dans les graines de lupin.

Pour l'orge, on a trouvé que dans les germes, sur 100 parties d'azote, il y en a de 23,1 à 34,9 pour 100, sous forme d'amide (Kellner).

Il y a donc dans les germes de malt, et vraisemblablement dans le malt lui-même, une grande quantité d'amides qui, avec la diastase, constituent les matières azotées devenues solubles.

D'après Mœrcker, l'orge de Hongrie contient, pour 100 parties d'azote aux différentes phases de la germination :

	Matières azotées sol. dans l'eau	Non albumine en grande partie à l'état d'amides	Albuminoïdes vraies		
			ensemble	sol. dans l'eau	insol. dans l'eau
Orge non germée	13,1	5,0	95,0	8,1	66,9
— trempée.	10,7	5,6	94,4	5,1	89,3
Après 41 heures	17,0	7,4	92,6	9,6	83,0
— 89 —	33,5	18,2	81,8	15,3	76,5
— 113 — (non encore développée).	35,2	20,7	79,3	14,5	64,8
— 137 — (peu développée)	36,2	24,2	75,8	12,0	63,8
— 185 — (très développée)	38,4	25,2	74,6	13,0	61,6
— 209 — (fortement développée).	41,6	27,5	72,5	14,5	58,4

Il se forme également des peptones. Sur 100 parties d'azote à l'état soluble, divers auteurs ont trouvé :

Digitized by Google

	Bungener et Friks		L. Briant	
	orge	malt	malt	
Azote à l'état d'amide.	30,53	53,44	75,25	72,07
— peptone	10,79	6,72	21,81	20,59
— albumine	58,68	39,84	2,94	4,41
— divers .	—	—	—	2,93

Les matières azotées solubles ne sont donc pas formées uniquement de diastase, mais encore de produits plus avancés de la nature des amides. La diastase n'est qu'un des termes de la transformation, et même un des termes les moins avancés; car elle a conservé les propriétés des matières protéiques, et notamment la faculté de se coaguler par la chaleur et divers agents chimiques; elle se dialyse à peine, car l'extrait de malt filtré à travers la terre poreuse perd sa faculté de transformer l'amidon en sucre.

La quantité de matières coagulables, bien que plus forte dans le malt que dans l'orge, est néanmoins très faible. D'autres auteurs en ont trouvé moins dans le malt que dans l'orge : cette différence tient, sans doute, à la marche de la germination ou à son degré d'avancement. Il est probable que ces transformations successives de la matière azotée se font sous l'influence d'un ferment peptonisant qui a été signalé par quelques auteurs et non retrouvé par d'autres, toujours pour la même raison. La composition des graines germées varie aux diverses périodes de la germination.

Il n'y a aucun rapport entre la richesse des grains non germés en azote et la richesse du malt en diastase.

Matières amylacées. — La transformation de matières amylacées est la conséquence de l'existence de la diastase. L'amidon diminue rapidement.

De l'orge contenant 54 pour 100 d'amidon a donné du malt qui, séché à l'air, contenait 49 pour 100 et, sec, 48,4 pour 100 Stein.).

Schneider a trouvé, pour les divers grains, les chiffres suivants :

Orge	66,32	Malt d'orge . . .	61,91
Seigle . . .	67,49	— de seigle. .	64,19
Froment . .	70,20	— de froment .	64,51
Avoine . . .	60,64	— d'avoine . .	55,34

Digitized by Google

La quantité de matières sèches diminue aussi pendant la germination. La quantité de malt obtenu est d'autant plus grande que le maltage a été fait à plus basse température.

O' Sullivan a trouvé dans le malt séché les sucres suivants :

Sucre de canne	4,50
Maltose	1,20
Dextrose	3,10
Lévulose	0,20

Le malt vert en contient moins que le malt sec.

On constate également une augmentation de la dextrine pendant la germination. Le malt en contient un peu plus que le grain naturel.

Autres éléments. — Les matières grasses sont oxydées et en partie transformées en acide carbonique. On a trouvé que l'orge perd 20 à 30 pour 100 de sa matière grasse ; le maïs, 30 pour 100 ; le malt séché à l'air, 17,7 pour 100. Schneider donne pour

L'orge	36,2 p. 100	Le froment	13,4 p. 100
Le seigle	20,7 —	L'avoine	78 —

La cellulose augmente de 1,5 pour 100 environ.

Il se fait de nombreux produits d'oxydation de la série des acides gras volatils, et d'autres contenant une plus grande quantité de carbone, tels que les acides lactique, tartrique, malique, citrique, oxalique, etc.

Composition du malt. — Belohoubeck a dosé l'acide dans l'orge et le malt (calculé en acide lactique).

Orge	0,338 p. 100
Malt vert	0,590 —
— sec	0,942 —

Pour l'analyse élémentaire, Lintner a donné les résultats suivants :

	100 d'orge sèche	99 d'orge trempée sèche	88,8 malt vert sec	Perte pour la transformation en malt
Carbone	46,6	46,0	38,9	7,7
Hydrogène	7,1	6,3	5,5	1,6
Azote	2,5	2,6	2,5	0,0
Oxygène	41,4	42,0	39,8	1,6
Cendres	2,4	2,1	2,1	0.3
	100,00	99,0	88,8	11,2

Digitized by Google

On a fait aussi l'analyse complète et comparée des malts et des céréales. Voici quelques-unes de ces analyses :

	Orge		Seigle		Froment		Avoine	
	naturelle	malt	naturel	malt	naturel	malt	naturelle	malt
Matières albuminoïdes solubles	1,11	2,31	1,04	1,41	1,21	1,73	1,02	1,51
Matières albuminoïdes insolubles	10,84	9,11	12,31	11,32	12,14	11,21	13,47	11,12
Amidon	66,32	61,91	67,49	64,19	70,20	64,51	60,64	55,34
Dextrine	6,31	7,22	6,87	6.92	5,32	5,72	4,78	4,91
Sucre	0,00	0,49	0,00	0,00	0,00	0,41	0,00	0,30
Matières grasses	2,93	1,87	2,41	1,91	1,87	1,62	6,41	5,91
Celluloses	9,54	6,24	7,15	6.54	7,32	6,54	11,27	8,39
Cendres	2,95	2,61	2,73	2,31	1,94	1,41	2,41	2,14

(Schneider)

Par 100 parties de matières sèches, on obtient :

Malt sec	91,76	94,60	93,15	89,62
Perte	8,24	5,40	6,85	10,38
	100,00	100,00	100,00	100,00

Voici, d'après Schneider, l'analyse des cendres des céréales et des malts correspondants :

	Orge		Seigle		Froment		Avoine	
	naturelle	malt	naturel	malt	naturel	malt	naturelle	malt
100 parties de matières sèches contenant : cendres	2,95	2,61	2,73	2,31	1,94	1,41	2,41	2,14
Dans 100 parties de cendres il y avait :								
Potasse	16,4	14,4	13,4	12,5	15,3	14.2	16.7	17,4
Soude	6,3	4,9	5,7	4,9	5,2	4,8	7,8	6,2
Chaux	4,5	5,0	3.2	5,8	3,1	6,3	5,9	8,2
Magnésie	7,7	8,3	6,4	8,3	6,4	8,4	7,2	8,4
Oxyde de fer	0,9	1,4	0,7	1,5	0,6	1,2	0,9	1,0
Acide phosphoriq.	36,9	31,2	37,8	3,31	42,4	36,5	29,4	27,8
Acide sulfurique	1,5	1,3	1,4	1,2	1,1	1,0	1,4	1,2
Silice soluble	23,2	23,4	22,3	21,3	19,4	19,2	20,2	19,3
— insoluble.	8,4	9,3	7,8	9,4	5,2	7,3	8,4	8,7
Chlore	2	0,8	1,3	1,8	1,3	1,1	2,1	1,8

Digitized by Google

Lindet et Herbet ont donné des analyses bien complètes de différentes espèces d'orge et de malt :

	Orge chevalier		Orge d'escourgeon	Orge d'Algérie
	française	d'Hongrie		
Eau	14,70	12,93	14,78	11,98
Mat. alcoolisables en amidon	62,51	64,66	61,28	61,65
— azotées	9,94	9,90	9,81	10.34
Cellulose	8,90	8,43	10,02	11,50
Matières grasses	1,67	1,41	1,78	1,41
— minérales	2,40	2,48	2,72	2,38
Poids de l'hectolitre	64,2	62,2	62,4	64,6
Trempage à 20°, 18 heures avec eau 1000.				
Mat. enlevées par le trempage	0,54	0,71	0,78	0,70
dont matière azotée	0,11	0,08	0,12	0,08
Augmentation de volume	45,4	54,6	44,6	48,5
— de poids	53,6	49,4	53,4	48,6
Malt humide	135,0	127,0	138,0	134,0
— sec	80,4	80,6	79,8	87,0
Touraillons secs	2,0	2,8	1,8	2,1
Composition du malt desséché et mondé des radicelles.				
Eau	6,33	7,17	7,93	7,18
Matières alcoolisables	67,62	67,85	67,71	64,81
— azotées	11,57	10,56	10,43	10,88
Cellulose	11,24	10,12	12.63	13,06
Matières grasses	1,34	1,30	1,55	1,36
— minérales	2,54	2,28	2,83	2,19

Digitized by Google

Comparaison des orge et malt secs.

	Chevalier français		Chevalier hongrois		Escourgeons		Algérie	
	Orge	Malt	Orge	Malt	Orge	Malt	Orge	Malt
Mat. alcoolisables	73,18	63,63	74,42	62,83	71,58	60.63	70,63	64,03
— azotées . .	11,62	10,89	11,40	9,78	11,46	9,78	11,84	10,75
— cellulosiques	10,42	10,57	9,70	9,37	11,70	11,83	13,18	12,90
— grasses . .	1,97	1,26	1,62	1,21	2,08	1,45	1,62	1,34
— minérales .	2,81	2,39	2,86	2,11	3,18	2,65	2,73	2,16

Composition des touraillons.

Eau		5,85		5,52		5,47		9,79
Mat. azotées . .		29,31		33,59		26,67		30,92*
— minérales. .		6,80		6,22		7,77		6,32*

* pour touraillons secs.

Voici une analyse de germes de malt complète :

Eau	10,1
Cendres	7,2
Mat. protéiques.	17,6
Cellulose	14,3
Mat. extractives non azotées	43,0
Mat. grasses	2,1
Amides (asparagine)	5,7
	100,0

Digitized by Google

	Rendements p. 100 en poids	Rendements p. 100 en volume	Volume de l'hectolitre	Poids de l'hectolitre	Poids correspondant à 1 hectolit. de grain naturel	Poids du malt sec sans germes correspondant à 1 hect. de grain naturel	Quantité d'eau p. 100	Quantité de sucre p. 100	Cendres p. 100	Amidon p. 100
Orge	100	100	1 hect.	55k,4 à 75 moy. 64	»	»	10,52 à 14,75	4 à 10	0,60 à 6,82	49,11 à 72,2 moy. 66
Orge trempée .	151	125	1,475	»	98,10	»	44,2	»	»	»
Malt vert (germes 1 1/2).	140 à 145	226	2,1875	44,925	98,00	»	45,39 à 50,80	»	»	»
Malt séché à l'air.	90 à 92	»	»	»	»	»	11,34 à 12,25	»	»	»
— sec touraillé	80 à 82	97	1,0875	45,25	57,05	56,147	4 à 7	0,40 à 6,89	2,19 à 2,83	61,91
Germes de malt.	4,5 à 5	»	»	»	0,91	»	8,0	»	6,80	»
Seigle	100	»	»	»	72	»	8,51 à 19,43	0,36 à 2,87	1,35 à 2,93	60,91 à 72,61
Seigle trempé .	»	»	1,625	»	101,33	»	»	»	»	»
Malt vert . . .	149	»	2,8125	36,015	100,37	»	»	»	»	»
— sec . . .	84	»	1,0937	51,92	57,445	56,875	»	»	0,558	»
Germes. . . .	»	»	»	»	0,558	»	»	»	»	»
Maïs	»	»	»	67 à 78	»	»	12,9 à 17,55	»	60,49 à 74,92	»
Malt vert . . .	»	»	»	»	»	»	30,9 à 36,8	»	»	»
— sec . . .	»	»	»	»	»	»	6,6 à 8,7	»	»	»
Germes. . . .	»	»	»	»	»	»	17,7	»	»	»
Froment	100	»	»	75 à 85	»	»	»	»	»	»
Malt vert . . .	151	»	»	»	»	»	»	»	»	»
— sec . . .	85	»	»	»	»	»	»	»	»	»

Digitized by Google

Article 4. — Maltage.

Caves de maltage. — L'orge nettoyée et trempée doit donc être mise à germer. Étudions les dispositions pratiques qui sont en usage. Cette opération se fait dans des caves généralement assez mal disposées en distillerie. La température du germoir doit être de 15° à 16°, et elle ne doit pas dépasser la température de 20°, car la germination élève la température qui bientôt deviendrait trop forte.

On évite l'élévation de température par des pelletages fréquents avec une pelle en bois, à partir du moment où les radicelles commencent à s'enchevêtrer (feutrer) (fig. 7). Il faut pelleter pour empêcher les radicelles de se feutrer et de s'allonger, mais avec précaution pour ne pas briser les radicelles; les grains déchirés seraient envahis rapidement par les moisissures. Les murs de la malterie doivent être épais, les fenêtres et portes doubles. La cave doit être à un mètre et demi ou deux mètres et demi de profondeur; le bois devra être banni de sa construction. Le sol devra être uni en ciment ou asphalte, afin de pouvoir être tenu dans un grand état de propreté. On peut employer également les ardoises, dalles en pierres dures, ou carreaux vernis. Les joints doivent être faits avec soin; les murs doivent être épais et cimentés, au moins jusqu'à un mètre et demi de hauteur. Les fenêtres seront orientées de façon à ne pas laisser pénétrer le soleil qui élèverait la température. Des ventilateurs au ras du sol permettront l'élimination rapide de l'acide carbonique qui est, comme nous l'avons dit, nuisible à la végétation. En même temps cette ventilation par l'introduction d'air frais contribuera à abaisser la température.

Le sol sera en pente, de façon à ce que l'eau s'écoule facilement au dehors sans rester en stagnation nulle part.

La dimension des caves doit être en rapport avec la quantité de malt qu'on doit produire.

La bonne installation des caves a une très grande importance, et leur installation défectueuse est souvent la cause des insuccès. Les dimensions de la malterie doivent se calculer suivant la production dont on a besoin. Stenglein a fait ce calcul en prenant pour base que 1 hectolitre de moût exige 4 kg. 5 de malt vert; * que 1 hectolitre d'orge pèse 64 kilogrammes et donne 226 litres

* 100 gallons of must for 40.9 lbs malt

Digitized by Google

de malt vert; que 100 kilogrammes d'orge donnent 150 kilogrammes de malt vert.

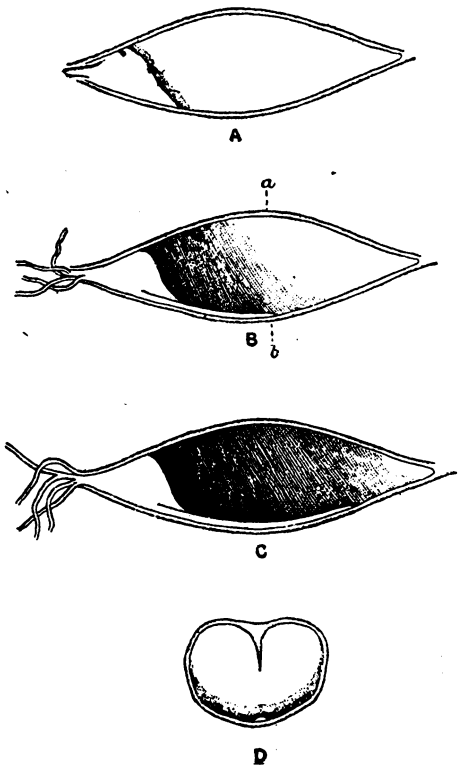


Fig. 7. — Marche de la désagrégation.

A, après trente-six heures; B, après six jours; C, après dix jours, malt terminé; D, coupe en travers d'un grain d'orge; *b*, germe parvenu à la moitié du grain.

Il faut compter, en outre, que la couche d'orge doit avoir une hauteur de 5 centimètres et augmenter la surface de 25 pour 100, pour les passages nécessaires à la circulation.

On arrive avec ces données à admettre les chiffres suivants, pour une cuve de 500 litres :

Digitized by Google

Capacité de la cuve	500 lit.
Malt nécessaire	22,5
Surface de la malterie	3^{m3},915

La quantité de malt vert ou de malt sec qu'on doit employer est la même; il est donc préférable, autant que cela se peut, d'employer le malt vert au point de vue économique. Il convient, du reste, à chaque maltage de déterminer la puissance diastasique du malt obtenu.

Stenglein recommande de préparer chaque fois le malt nécessaire pour deux jours, de ne pas mêler des orges diverses, comme nous l'avons dit, et de ne pas employer ensemble deux malts différents.

L'épaisseur des couches de malt doit varier pendant les différentes phases de l'opération. Le thermomètre est un bon guide pour la diriger; la température ne doit pas s'élever à plus de 20° pour l'orge. La hauteur des couches de malt doit être diminuée à mesure que la température augmente. A la fin de l'opération, elle n'est que de 6 centimètres environ.

Malt d'orge. — Quand le trempage est fini, on fait écouler l'eau, puis on étend l'orge en une couche de 60 centimètres d'épaisseur, puis de 40 centimètres. On laisse en repos pendant vingt-six heures, on la retourne avec des pelles de bois, puis on l'étale un peu pour diminuer l'épaisseur de la couche; on répète ces pelletages deux fois par jour, et même plus, si cela est nécessaire, en diminuant de plus en plus la couche jusqu'à 5 à 6 centimètres, et même moins. Il peut être bon de faire des arrosages si la température s'élève trop, mais seulement si c'est nécessaire.

L'odeur de la couche doit être aussi surveillée; elle doit être fraîche et agréable et ne pas devenir fétide. Il faudrait aussitôt arroser. Au bout de quatre-vingt-seize heures de maltage, l'orge, qui était devenue sèche à la surface, mouille la main; on dit qu'elle *sue*.

En ce moment, les radicelles commencent à paraître en une petite proéminence qui donne naissance à trois petits fils qui grandissent de plus en plus. Vingt-quatre heures après commence à sortir la tigelle, qui pousse sous l'enveloppe et sort ensuite par l'autre extrémité; mais on arrête l'opération quand la gemmule atteint les 2/3 de la longueur du grain (fig. 7).

Digitized by Google

Il ne faut pas prolonger le maltage trop longtemps ; six à huit jours suffisent pour terminer un maltage.

En restant toujours dans notre hypothèse d'une cuve de 500 litres, voici, d'après Stenglein, les dimensions de la malterie pour les durées variables du maltage :

Durée du maltage	4 jours	6 jours	8 jours	10 jours
pour une saccharification	3^{m^3},915	5,220	6,525	7,830

Enfin Stenglein donne *la table suivante, résumant les opérations du maltage normal* :

Digitized by Google

Observations			Température de la cave	Couches de malt				Germination	
Dates	Moment du jour	Heures et minutes		Hauteur des tas c. m.	Température des couches	Pelletages		Longueur des radicelles	Longueur des germes
						Moment du jour	Heures		
1	matin	9h10m	13°75	0m11c	12°50	soir	8	»	»
1	soir	5,35	14°50	0,11	13°75	»	»	»	»
2	matin	6,30	13°75	0,11	15°00	matin	4	»	»
2	midi	12,30	14°50	0,07	15°62	»	»	»	»
2	soir	5,20	14°50	0,07	16°25	soir	8	»	»
3	matin	6,5	13°75	0,08	17°50	matin	4	»	»
3	midi	11,35	14°50	0,08	18°75	soir	7	»	»
3	soir	8,30	13°75	0,07	19°00	soir	8	0m002	»
4	matin	6,5	13°00	0,07	19°70	»	»	»	»
4	matin	8,20	13°00	0,07	20°00	matin	8	0m004	»
4	midi	12,00	16°25	0,07	20°00	midi	12	»	»
4	soir	7,45	16°00	0,07	20°60	soir	7	0m007	»
5	matin	5,45	15°00	0,07	20°00	matin	4	»	»
5	matin	8,20	15°00	0,07	20°00	matin	4	0m008	»
5	midi	12,00	15°00	0,07	20°00	»	»	»	»
5	soir	8,20	15°50	0,06	20°00	soir	7	0m010	0m002

L'orge (pesant 61 kg. 75 l'hectolitre) avait été trempée du 27 avril, à 4 h. 45 du soir, jusqu'au 1er mai, 6 h. du matin ; mise en tas pyramidal de 6 h. 30 du matin à 9 h. 30, température 10° à 12° C. Température de l'eau de trempage, 10°.

Digitized by Google

Exemple de maltage d'une petite orge à 4 rangs (d'après Mœrcker). 1000 grains de malt terminé pèsent 29,210.

Dates	Heures	Température des tas		Température de la malterie	Température extérieure	Hauteur des tas	
		Avant les pelletages	Après les pelletages			Avant les pelletages	Après les pelletages
		< Degrés Réaumur			>		
10	7h 1/2 M	13	11	+ 7	— 1/2	0m,26	0m,25
10	8 S	13	10 1/2	7	— 1/2	0,25	0,20
11	6 1/4 M	12 1/2	11	7	— 2	0,20	0,16
11	5 S	13 3/4	11 1/4	7 1/2	— 1	0,16	0,11
12	6 1/4 M	14 1/2	11	7	— 1 1/2	0,11	0,08
12	5 S	15	12	7 1/4	— 1	0,08	0,06
13	5 3/4 M	13	11	7	— 1 1/2	0,06	0,06
13	5 S	12 1/2	10	7	— 3 1/2	0,06	0,06
14	5 1/2 M	12	9 1/2	7	— 6	0,06	0,05
14	5 S	11 1/2	10	6 3/4	— 6	0,05	0,06
15	6 M	10	8	6	— 9	0,06	0,05
15	5 S	10	9	6	— 7 1/2	0,05	0,05
16	6 M	9 3/4	8 1/2	6	— 8 1/2	0,05	0,05
16	5 S	9	9	6	— 6 1/2	0,05	0,05
17	4 M	9 1/2	9	6	— 5 1/2	0,05	0,05

Digitized by Google

Mise à tremper : le 6 janvier, à 4 h. S. — Changement de l'eau : le 7 janvier à 6 h. M., à 4 h. S. ; le 8 janvier à 6 h. M.: le 9 janvier à 6 h. M.

Développement et conditions		Poids de 1,000 grains en grammes	Le maïs est-il arrosé oui ou non ?	Odeur
de la tigel e	des radicelles			
—	commencent à se montrer	46, 22	O	fraîche
—	id.	»	O	id.
On aperçoit le petit germe	se montre à travers avec le commencement des radicelles dans les gros grains	46, 77	O	id.
id.	id.	»	O	odeur fraîche et odeur de concombres
1/3 de la longr du grain	1/2, 3/4 de la longr avec 1 à 6 brins	45, 25	O	même odeur
id.	3/4, 4/5 de la longr frais, minces, blancs, frisés	»	O	id.
1/2 de la longr	3/4 à 1 de la longr, frisés	45, 62	O	id.
id.	1 à 1 1/4 id.	»	24 lit. d'eau	id.
id.	id.	45, 85	12 lit.	id.
1/2 à 3/4 de la longr du grain	1 1/4 à 1 1/2 id.	»	O	id.
3/4 id.	id.	45, 54	O	id.
4/5 id.	1 1/2 à 1 3/4 id.	»	O	id.
4/5 id. quelques germes se montrent en dehors	id.	45, 70	O	id.
id.	1 1/2 à 2 id.	»	O	id.
id.	id.	46, 10	O	id.

Digitized by Google

Dans tout ce qui précède, on a considéré le maltage de l'orge, mais quelquefois le distillateur peut avoir avantage à employer d'autres grains.

Malt de froment. — Le malt de froment donne de bons résultats.

La durée du trempage est moins longue que pour l'orge; mais elle est variable suivant les espèces de blés, dix-huit à trente-six heures. Le blé trempé contient 35 pour 100 d'eau.

Il ne faut pas pousser la trempe trop loin, pour éviter la moisissure.

Le maltage est plus facile que pour l'orge; on fait des couches de 15 à 25 centimètres; on fait un pelletage. Le germe apparaît après vingt-quatre heures. On diminue l'épaisseur de la couche à 10-15 centimètres pour trois à quatre pelletages par vingt-quatre heures. Température de 20° à 22°; maltage en trois jours.

Arrosages modérés pendant la germination, parce que le malt se dessèche plus vite que l'orge.

Malt d'avoine. — Le malt d'avoine se fait comme celui d'orge, mais plus facilement; il exige moins de soins.

Trempe de	34 à 38 heures
Quantité d'eau de l'avoine trempée .	38 0/0

On peut laisser les couches épaisses; la température peut s'élever sans inconvénients. Il moisit moins facilement que l'orge. Le prix de l'avoine est moins élevé et la quantité d'azote plus grande. Il est moins actif que le malt d'orge, mais plus résistant.

Malt de maïs. — Le malt de maïs est encore plus faible que les autres, mais il a l'avantage de pouvoir se faire à une température plus élevée (28° à 34°), ce qui est précieux pour les pays chauds, ou bien, quand on ne possède pas d'eau fraîche; on le trempe pendant quarante à cinquante heures avec de l'eau à 20°. L'élévation de la température et la longueur des germes sont favorables au développement de la diastase. On peut par suite maintenir la hauteur des couches plus fortes (25 centimètres). La température des couches peut aller à 32°,5.

Le maltage est terminé, quand la pointe du germe commence à jaunir et quand le germe a trois ou quatre fois la longueur

Digitized by Google

du grain; mais, dans la pratique, on s'arrête bien avant que la tigelle ait cette longueur. Il y a avantage à dégermer le malt de maïs avec soin. On pense que la matière grasse s'y trouve localisée, ce qui ne semble pas résulter des analyses; certains auteurs conseillent même d'employer seulement l'extrait de malt.

Malt de riz. — Le riz se malte plus rarement encore que le maïs; il doit pouvoir se malter à une température plus élevée.

C'est le malt d'orge qui est le plus employé; mais on a quelquefois avantage à le remplacer, en partie au moins, par du malt de seigle, de froment, d'avoine ou de maïs. C'est au distillateur à s'inspirer des circonstances dans lesquelles il peut se trouver.

Comparaison des divers malts. — MM. Gläser et Morawsky ont fait des essais comparés sur les divers malts qu'ils essaient, en laissant agir pendant vingt minutes, à 55° ou 57°, 50 centimètres cubes d'extrait de malt sur 25 grammes d'amidon. Ils ont obtenu les résultats suivants :

			rapport	
Malt d'orge	Maltose	14,416 gr.	1,00	(2 essais)
— de seigle	—	13,433	0,93	(1 essai)
— de blé	—	15,552	1,08	(2 essais)
— d'avoine	—	4,318	0,30	(1 essai)
— de maïs (à germes longs)	—	4,062	0,28	

Ces chiffres, en contradiction avec les expériences antérieures et les essais industriels que nous signalons plus loin, ne doivent être considérés comme exacts que pour les échantillons examinés. Les essais ont été trop peu nombreux pour qu'il soit possible d'en tirer des conclusions générales. La puissance diastasique d'un malt est très variable. A l'appui de cette opinion, voici des essais de malt de diverses origines faits par le procédé que nous avons indiqué (1).

(1) Voir Guichard, *Traité de la distillerie*, vol. II, p. 275.

Digitized by Google

	maltose	diastase
Malt d'orge maltée.	142,4	2,14
à diverses époques	139,4	2,09
— —	96,8	1,45
— —	167,6	2,51
— —	137,6	2,06
— —	172,00	2,56
— —	20 ',885	3,00
— de commerce A	123,2	1,84
— —	170,0	2,55
— —	205,8	3,06
— — B	152,6	2,29
— — C	167,18	2,49
Malt de seigle séché à 50° (Eau 6,8) . . .	147,06	2,18
Le même mi-sec (Eau 16,2)	154,8	2,30
Malt de maïs vert (Eau 30 0/0)		
germe = longueur des grains . . .	148,2	2,20
germe = 0m,02	129	1,92
Maïs malté sec, jaune	125	1,86
— —	158	2,35
— — blanc	114	1,70
— —	142	2,14
— —	116,1	1,72
— —	102,3	1,52
— —	124,2	1,85
— —	99,76	1,48
Maïs malté vert (Eau 39 0/0)	105,35	1,57
Le même séché à 50°	»	2,09
— 60°	»	1,98
— 80°	»	1,62
Fèves germées	»	0,849

On peut, croyons-nous, conclure de ces essais rapprochés de ceux de MM. Gläser et Morawsky que : 1° les variations entre la force d'un même malt sont aussi grandes que celles qui séparent deux malts différents; 2° que l'essai fait pour chaque opération peut seul renseigner sur la valeur d'un malt.

Article 5. — Conservation et emploi du malt.

Malt vert. — Le malt vert contient une grande quantité d'eau, qu'il perd rapidement en partie à l'air; il peut être employé directement à l'état vert; mais cet emploi a souvent des inconvénients, surtout en été. Le malt vert ne se conserve pas et se cou-

Digitized by Google

vre rapidement de moisissures, en été surtout, ce qui pourrait produire de mauvaises fermentations.

Le malt sec est préférable aussi quand on veut produire des fermentations concentrées.

Pour la fabrication de la levure pressée, l'emploi du malt vert n'a pas donné de bons résultats pratiques, en général ; cependant on peut l'employer d'une façon partielle Dans les levains, il est toujours préférable d'employer du malt sec.

C'est la considération de l'économie de main-d'œuvre qui fait préférer le malt vert, et aussi la perte de force diastasique qui résulte de la dessiccation, surtout à haute température.

Les expériences de Kjeldahl, dont nous rapprocherons celles que nous avons consignées dans notre tableau (*Maïs malté*, p. 63), prouvent que la température cause une perte de force diastasique.

	Matières sèches	Pouvoir diastasique de la substance sèche
	—	—
Malt vert	56,5	100
— séché à 50°	69,5	88,2
— — 60°	92,9	78,3
— — 70°	96,6	52,9

En pratique, on admet que le malt vert équivaut, poids pour poids, au malt sec comme force diastasique ; cela est très près de la vérité, en général, mais les accidents qui peuvent se produire dans la dessiccation doivent engager le distillateur à essayer toujours ses produits avant de les employer et à baser les proportions qu'il doit employer sur les résultats de l'analyse.

Le malt vert, comme nous l'avons dit, ne peut se conserver que pendant quelques jours, en le pelletant fréquemment dans la malterie pour le refroidir, en même temps qu'on favorise ainsi par le contact de l'air sa dessiccation. Mais on ne peut éviter une altération rapide, soit par le développement de moisissures, soit par l'apparition de la fermentation lactique.

Il faut donc, de toute nécessité, le dessécher afin de pouvoir le conserver. Si la saison est favorable c'est-à-dire chaude et sèche, on peut le faire sécher à l'air, en l'étalant sur des planchers en couches minces de 5 centimètres au plus, dans des locaux bien aérés, et en le pelletant fréquemment On peut obtenir une ventilation énergique par les moyens artificiels.

Digitized by Google

Malt touraillé. — Mais le procédé le plus sûr est la dessiccation dans les séchoirs ou mieux dans les tourailles. L'opération se nomme *touraillage* et le malt est dit *touraillé.* Les tourailles se composent (fig. 8) de plaques de tôles perforées sur lesquelles on étale le malt. On fait arriver en dessous les gaz chauds de la distillerie ; ou bien on installe au-dessous un foyer, comme le montre notre figure.

Les gaz et les vapeurs se rendent enfin dans une cheminée.

La dessication du malt doit être conduite avec de grandes précautions, comme le montrent les chiffres que nous avons signalés plus haut ; pourtant il ne faut pas non plus aller trop lentement, pour éviter l'altération du malt. Le mieux est d'aller vite, en chauffant le moins possible ; au moyen d'un courant d'air, on peut activer la dessication.

Dans la brasserie, on chauffe beaucoup plus fort, pour donner au malt un arome particulier recherché pour la bière ; il en résulte naturellement une perte de diastase ; ce qu'il faut éviter en distillerie.

En distillerie, en effet, la dessication doit être conduite très lentement et à une température de 45° à 56°. Il faut suivre la marche de la température avec le thermomètre. Comme moyen de contrôle, on se trouve bien d'employer un thermomètre enregistreur qui conserve la trace de l'opération et permet d'en vérifier la régularité.

Des régulateurs de température automatiques rendraient encore un meilleur service.

Emploi des antiseptiques. — On a essayé aussi de conserver le malt au moyen des désinfectants. Ces produits seraient, en effet, précieux dans les diverses opérations de la fermentation où les ferments nuisibles trouvent, à côté de la levure, tous les éléments nécessaires à leur développement.

La chaleur ne peut être utilisée, puisque la diastase est détruite avant les ferments figurés.

Les agents désinfectants doivent être surtout employés pour les lavages de la malterie et dans le cas où on se sert d'orge de mauvaise qualité. Il y a lieu cependant de remarquer que les moisissures ne sont pas nuisibles par elles-mêmes, puisqu'elles fournissent, au contraire, des diastases analogues à la diastase ordinaire, mais elles favorisent le développement des bactéries.

L'acide phénique doit être rejeté, parce qu'il donne à l'alcool

Digitized by Google

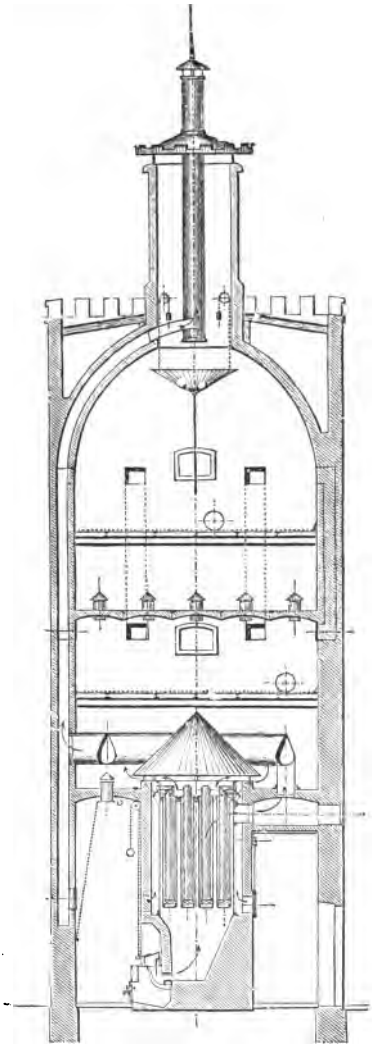


Fig. 8. — Touraille à calorifère (Société strasbourgeoise, à Lunéville).

Digitized by Google

une odeur trop désagréable. Les lavages à l'eau de chaux sont insuffisants pour la destruction des micro-organismes.

Heinzelmann a constaté que la levure résiste mieux à l'acide salicylique que les bactéries. On peut en ajouter sans nuire à la levure, et même en augmentant son pouvoir fermentescible. Dix centigrammes par litre de moût ont donné de bons résultats; ce chiffre correspond à 10 grammes d'acide pour 100 kilogrammes de malt vert.

Avenarius a recommandé l'acide sulfureux, en faisant brûler du soufre dans les séchoirs à malt. L'acide ne paraît pas nuire à la diastase, parce qu'il n'a pas le temps de pénétrer dans le grain. On peut employer également le bisulfite de chaux.

Mœrcker recommande une solution de 1 litre de solution de bisulfite de chaux du commerce pour 100 litres d'eau. On pourrait aussi laver la malterie avec une solution contenant 5 pour 100 de solution.

Le malt ainsi desséché peut être emmagasiné jusqu'au moment de l'emploi; mais il faut toujours n'en préparer, comme nous l'avons dit, qu'une petite provision.

Emploi du malt. — La quantité du malt employé dans les saccharifications est très variable, et il n'est guère possible de fixer une règle à cet égard. En théorie, une très petite quantité serait suffisante, puisque la diastase ne s'use pas en agissant, à moins que des ferments contraires, bactéries, ne viennent la détruire. Mais, en pratique, il n'en est plus tout à fait de même ; il faut mettre un excès de diastase pour saccharifier plus vite, car le temps est de l'argent, et aussi pour résister mieux aux ferments étrangers.

La quantité de malt d'orge vert employée généralement est de 4 à 9 kilogrammes pour 100 de matières amylacées ; en moyenne, 6 kilogrammes.

La quantité de malt sec est la même.

Voici les chiffres donnés par les auteurs pour les diverses farines amylacées :

Fécule de pomme de terre ou amidon				15^{k}	de malt et	au minim.	6^{k}
Farine de froment	à 66 %	d'amidon		9,90	—	—	3,96
— seigle	65,65	—		9,85	—	—	3,94
— orge	65,43	—		9,80	—	—	3,93
— avoine	60,59	—		9,09	—	—	3,65

Digitized by Google

Fécule de riz		89,15	d'amidon	13,38	de malt et au min.		5,33
—	maïs	67,55	—	10,15	—	—	4,05
—	sarrasin	58,40	—	8,76	—	—	3,50
—	millet	65,70	—	9,86	—	—	3,94
—	glands	20,00	—	3,00	—	—	1,20
—	pommes de terre	23,00	—	3,45	—	—	1,38

Quand on emploie le maïs malté, on met une quantité plus grande, d'abord à cause du prix moins élevé, ensuite parce qu'il contient une plus grande quantité d'amidon. On met souvent parties égales de maïs et de maïs malté.

Pour les levains, on met généralement du malt d'orge sec, et en quantité souvent considérable, jusqu'à 80 pour 100 du poids du seigle, par exemple. Mais ce n'est pas seulement pour la conversion de l'amidon en diastase, mais surtout pour fournir un supplément de nourriture à la levure du levain.

Moûture et broyage du malt. — Le malt, avant d'être employé doit être moulu finement au moulin, pour le malt sec. Le malt vert ne peut être moulu; il faut faire usage d'appareils spéciaux. Il est très important de diviser le plus que possible le malt; il agit alors beaucoup mieux; autrement il y a une grande quantité d'amidon perdu dans les grains de malt non broyés.

Au lieu de broyer le malt, on l'écrase quelquefois avec de l'eau, de façon à faire un lait de malt.

Ce procédé est préféré, parce que la diastase se dissout en partie dans l'eau du lait et, par suite, agit mieux et plus vite.

Ces appareils sont toujours des broyeurs qui diffèrent peu, en principe, du précédent.

On a employé aussi les broyeurs de moûts pour broyer en même temps le malt: mais si ce procédé économise un appareil, en revanche, il ralentit l'opération, puisque le même appareil doit servir à deux usages. En général, on y a renoncé.

Article 6. — Maltage pneumatique.

Le maltage peut se faire aussi par des procédés mécaniques; ce procédé commence à se répandre surtout dans les brasseries. Il est peu employé, à tort, du reste, dans les distilleries.

Maltage Galland. — L'avantage du maltage pneumatique inventé par Galland (fig. 9) est d'exiger moins de place et de main-d'œuvre et de pouvoir opérer malgré l'élévation de la température extérienre.

Digitized by Google

La nature des opérations est la même : il faut humecter les grains avant et pendant le maltage, y introduire de l'air froid et humide pour accélérer la germination et refroidir le grain; enfin il faut aussi que le grain soit fréquemment remué.

La trempe se fait par la méthode ordinaire; puis on laisse écouler l'eau, et on fait passer dans l'appareil un courant d'air humide à 15° ou 20°. Quand les radicelles ont atteint la longueur du grain, on verse l'orge dans le malteur pneumatique.

Cet appareil se compose d'un cylindre qui tourne sur un axe horizontal et dans lequel on introduit les grains trempés.

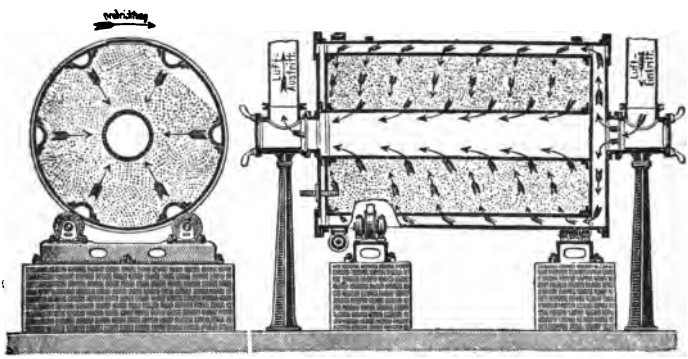


Fig. 9. — Maltage pneumatique Galland.

On imprime un mouvement lent de rotation à l'appareil, de façon à remuer et changer les grains constamment de place. On injecte en même temps de l'air humide qui traverse les grains et sort par l'axe du cylindre; les grains sont maltés en six à huit jours.

L'air est humecté en traversant une colonne de coke humecté.

Maltage Saladin. — L'installation d'une malterie (1), d'après le système Saladin (fig. 10, 11 et 12), comprend trois cuves de trempe et dix cases de germination; celles-ci sont en tôle munies d'un fond en tôle perforée, placé à une hauteur assez grande au-dessus du sol pour que les ouvriers puissent pénétrer au-dessous du

(1) Les fig. 10, 11, 12 ont été obligeamment fournies par M. Saladin, ingénieur à Nancy.

Digitized by Google

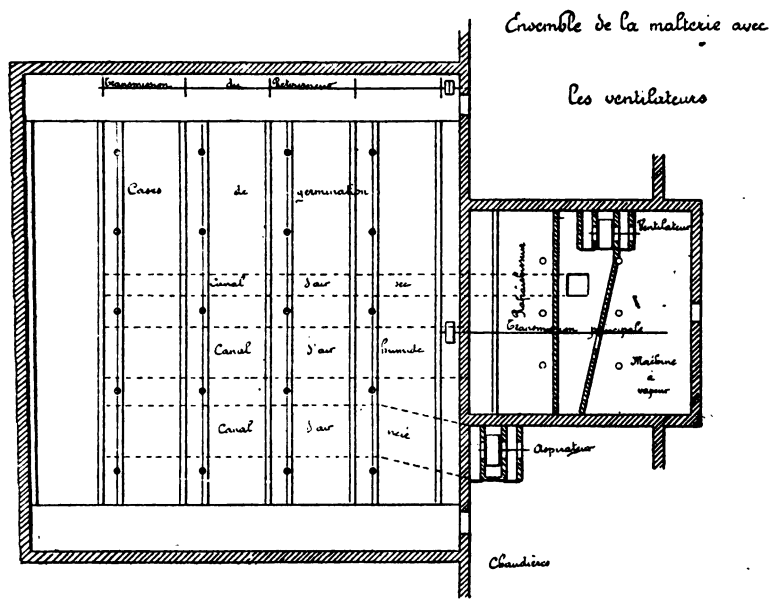


Fig. 10. — Malterie Saladin. — Plan.

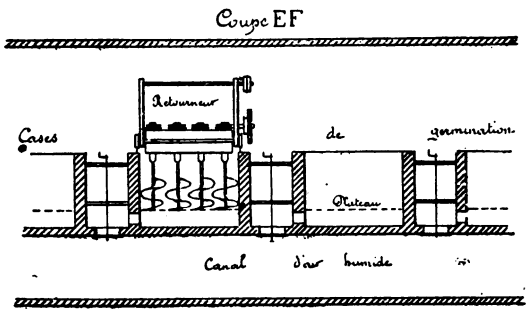


Fig. 11. — Malterie Saladin. — Coupe.

Digitized by Google

fond ; celui-ci se démonte d'ailleurs par sections. L'air saturé d'humidité arrive par un canal placé entre deux cases, et il est aspiré à la partie supérieure après avoir traversé toute la couche d'orge. Le volume, la température et le degré d'humidité sont réglés à l'avance. Dans d'autres installations, la ventilation a lieu par refoulement, l'air arrivant par la partie supérieure des couches, et étant de plus aspiré par dessous.

Le retournement se fait à l'aide d'un appareil très ingénieux, récemment encore perfectionné par M. Saladin.

Le même retourneur sert aux dix cases, et peut être trans-

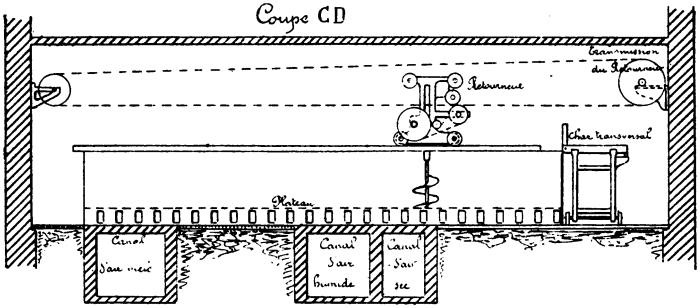


Fig. 12. — Malterie Saladin. — Coupe d'une case.

porté mécaniquement de l'une à l'autre, à l'aide d'un système analogue à celui que l'on emploie pour faire passer un wagon d'une voie à l'autre, sans l'intermédiaire d'aiguilles. Le retourneur est formé d'une série d'hélices en bronze qui se déplacent dans le sens de la longueur de la case, en même temps qu'elles tournent sur elles-mêmes. Le grain est ainsi ramené du fond à la surface, et toute prise de la couche peut être évitée (fig. 12).

M. Saladin adapte depuis peu, à ses retourneurs, des tuyères communiquant avec l'axe des hélices, axe devenu creux, et par lequel arrive de l'eau sans pression. Comme les tuyères sont munies de trous très petits, l'eau est pulvérisée en nuage très fin, ce qui permet de pratiquer dans les meilleures conditions le mouillage complémentaire, si avantageux pour assurer la régularité de la germination.

Digitized by Google

Dans un tel système la main-d'œuvre est extrêmement réduite, et, pour assurer la régularité du travail, on place ordinairement, suivant le conseil de M. Saladin, en face de chaque case, un tableau quadrillé, sur lequel l'ouvrier pointe chaque température observée; lorsqu'il la voit monter, il augmente le volume d'air injecté, et en tous cas l'aspect du diagramme est un excellent contrôle.

Ajoutons que, pour diminuer encore la main-d'œuvre, l'orge trempée est distribuée par une série de tuyaux dans chaque case. Ce système s'est fort répandu en Allemagne, en France et dans les pays méridionaux, et il donne d'excellents résultats.

La plupart des indications précédentes m'ont été obligeamment communiquées par M. Saladin, auquel je saisis cette occasion d'exprimer ma reconnaissance.

Dans quelques malteries, pour diminuer le prix de revient de l'installation complète, on supprime ce retourneur, et l'on fait passer l'orge d'une case à l'autre par un pelletage; ce dispositif est économique, mais il diminue beaucoup l'économie de main-d'œuvre qui est un des avantages du maltage pneumatique.

Le système Saladin utilise une touraille quelconque pour la dessication.

Article 7. — Appareils pour la malterie.

Broyeurs de malt.

Les grains ont besoin d'être nettoyés avant le maltage.

Les nettoyeurs enlèvent la terre, en même temps que les germes de moisissures et les graines étrangères.

Ils sont formés de cribles de diverses dimensions qui peuvent être facilement remplacés par un ouvrier. Le trieur nettoyeur de Venuleth Ellenberger (fig. 13) remplit bien le but signalé. Bien que ce nettoyage soit important pour tous les grains, il l'est encore plus pour les grains à malter.

Le malt s'emploie, comme nous l'avons dit, soit sous la forme de malt vert, soit sous celle de malt sec. Sous les deux formes il doit être parfaitement divisé, afin d'agir avec plus d'efficacité.

Les broyeurs de malt se composent de deux cylindres tournant l'un contre l'autre; ils sont de diamètres différents, de sorte que le malt est déchiré en même temps qu'écrasé.

Digitized by Google

Le concasseur Venuleth Ellenberger (fig. 14) est de ce système, ainsi que le broyeur Paucksch (fig. 15 et 16).

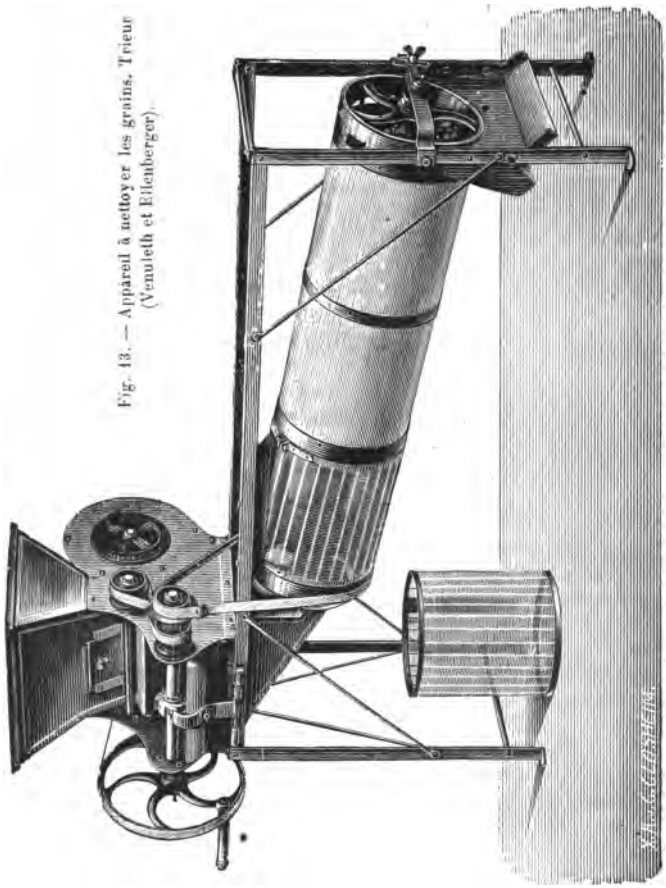


Fig. 13. — Appareil à nettoyer les grains. Trieur (Venuleth et Ellenberger).

Dans le moulin à malt d'Eckert (fig. 17), le rapport des diamètres des deux cylindres est de 1 à 3, et ils tournent avec la même vitesse.

Digitized by Google

Pour le malt sec, on peut employer aussi le moulin à meules ou à cylindres. Le moulin Leinhaas (fig. 18) est formé par deux meules horizontales ; il peut être employé aussi au broyage des grains.

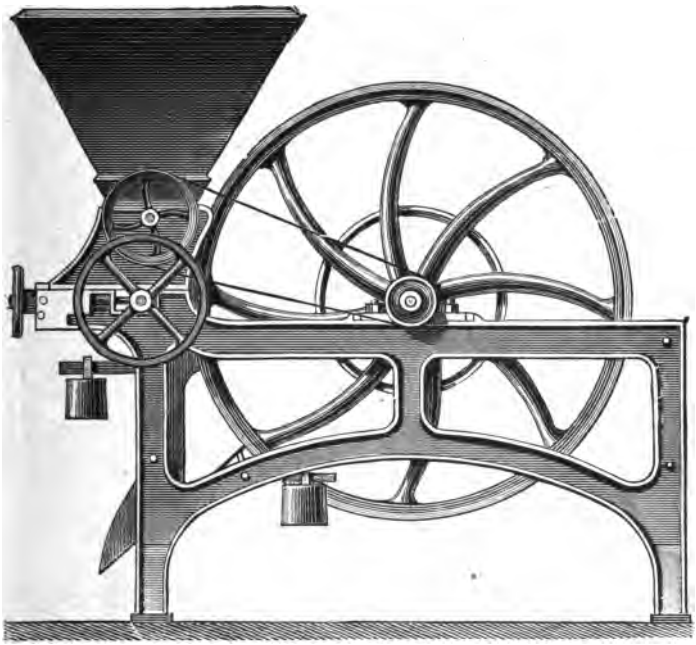


Fig. 14. — Concasseur à malt vert (Venuleth et Ellenberger).

Le moulin des établissements Kall (fig. 19) est à quatre cylindres ; les deux cylindres supérieurs commencent l'écrasement du grain, et les deux inférieurs, très rapprochés, le terminent. On peut le munir de cribles et d'appareils magnétiques destinés à retenir les morceaux de fer qui peuvent se trouver dans le grain.

Pendant que nous examinons les appareils à malt sec, signalons la dégermeuse des mêmes constructeurs.

Digitized by Google

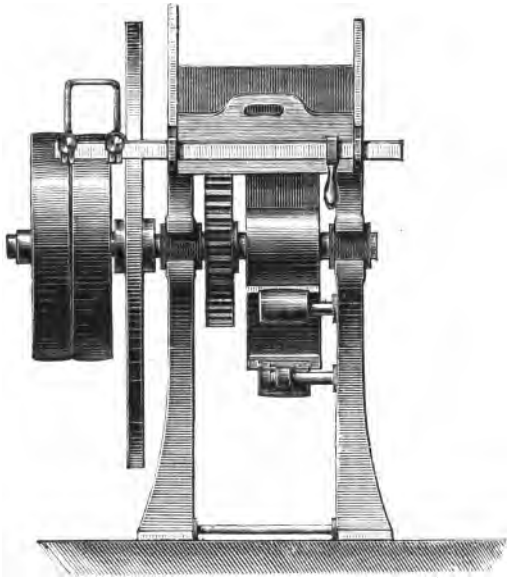


Fig. 15. — Broyeur de malt (H. Paucksch).

Fig. 16. — Broyeur de malt (H. Paucksch).

Google

Il est très utile, pour la conservation et surtout pour la vente du malt, d'enlever les germes et les poussières et de polir les grains.

Un aspirateur à force centrifuge enlève tous les germes et les poussières détachés par le passage dans l'appareil.

Fig. 17. — Machine à malt (H.-F. Eckert).

Lait de malt.

Pour le malt vert, au lieu de se borner à l'écraser à sec, comme dans le cas des appareils précédents, on fait arriver de l'eau, de façon à le réduire en un liquide laiteux dans lequel la diastase est en partie dissoute; les préparateurs de lait de malt sont très nombreux.

Digitized by Google

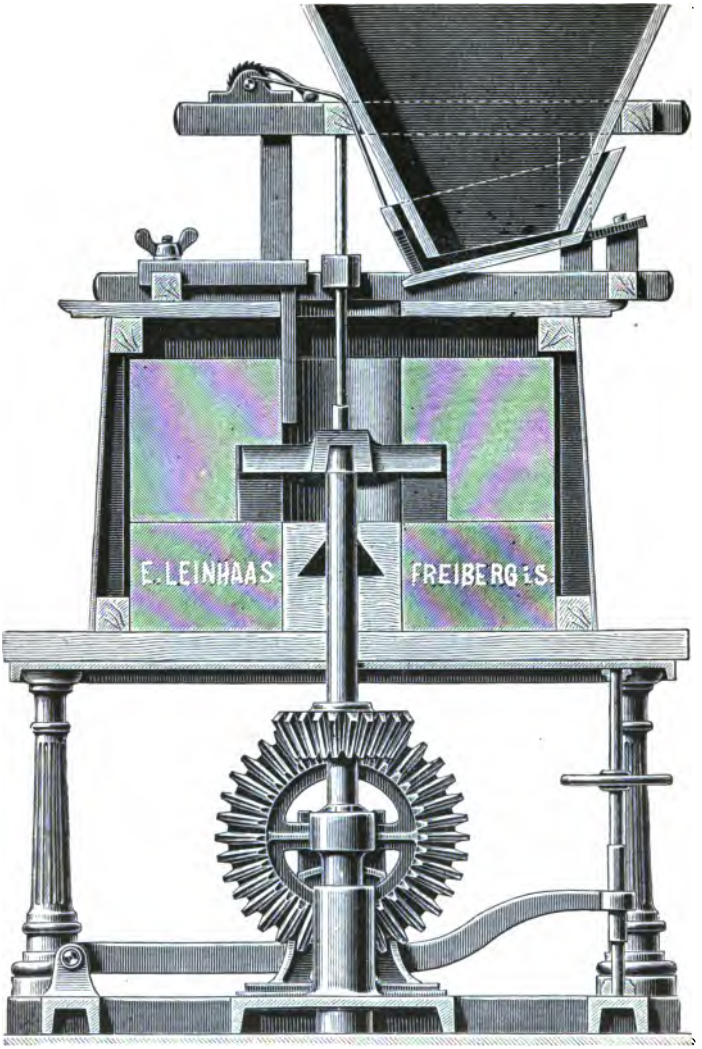


Fig. 18. — Moulin concasseur pour fabrique de levure sèche (E. Leinhaas).

Digitized by Google

Le type de ces appareils est le broyeur de Bohm.

Il se compose d'une cuve dans laquelle on place de l'eau et on fait arriver le malt à la partie inférieure, entre deux cylindres qu'on rapproche à volonté ; le lait se fait rapidement. Le broyeur Leinhaas est construit de la même façon (fig. 20).

L'appareil à lait de malt de Venuleth et Ellenberger (fig. 21)

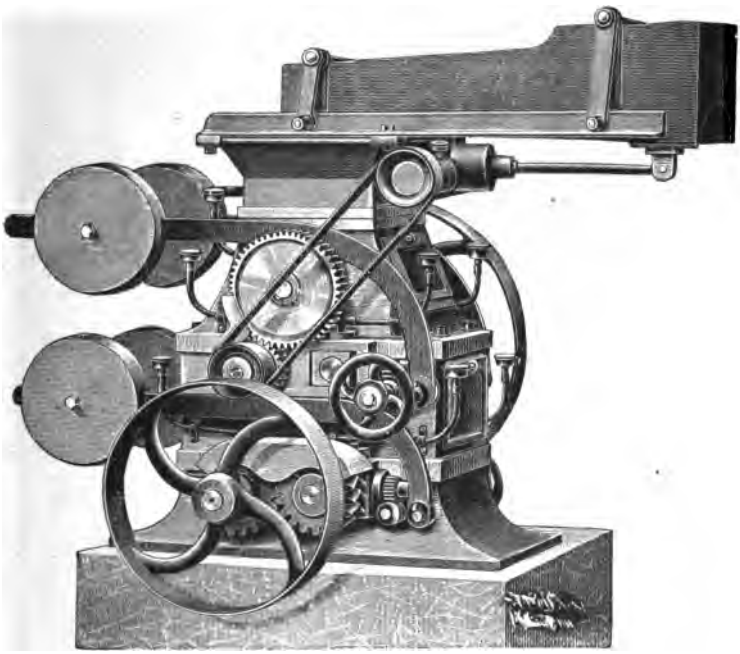


Fig. 19. — Moulin à malt à 4 cylindres (Société strasbourgeoise de constructions mécaniques de Lunéville).

offre une disposition différente ; mais c'est toujours une cuve contenant de l'eau et des cylindres dans lesquels s'écrasent le malt.

Le moulin à lait de malt de Paucksch (fig. 22 et 23) peut servir

Digitized by Google

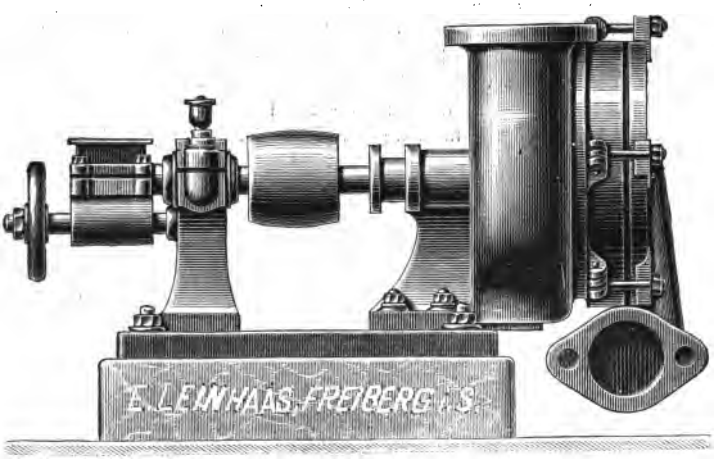


Fig. 20. — Broyeur agitateur centrifuge (E. Leinhaas).

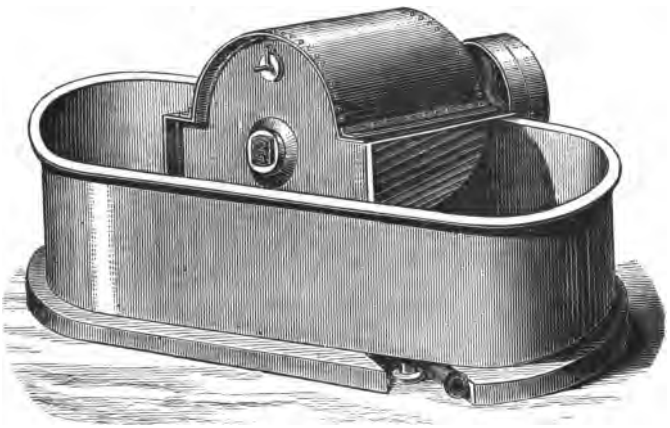


Fig. 21. — Appareil pour la fabrication du lait de malt (Venuleth et Ellenberger)

Digitized by Google

à moudre à volonté le malt sec ou vert, et, par l'arrivée d'un courant d'eau, il donne un lait de malt.

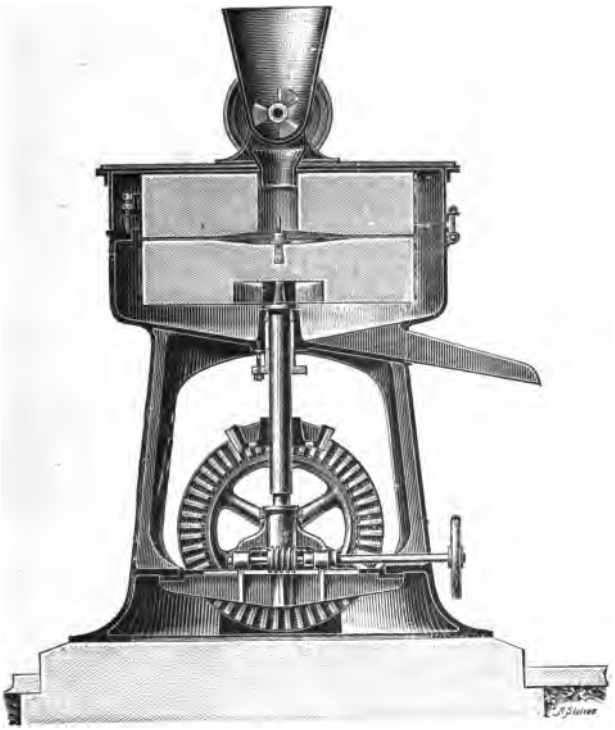


Fig. 22. — Appareil à lait de malt. Moulin à malt avec meules françaises (H. Paucksch).

Tous les appareils servant à broyer les moûts peuvent aussi servir à faire le lait de malt; mais il est toujours préférable d'avoir deux appareils différents afin d'aller plus vite.

Digitized by Google

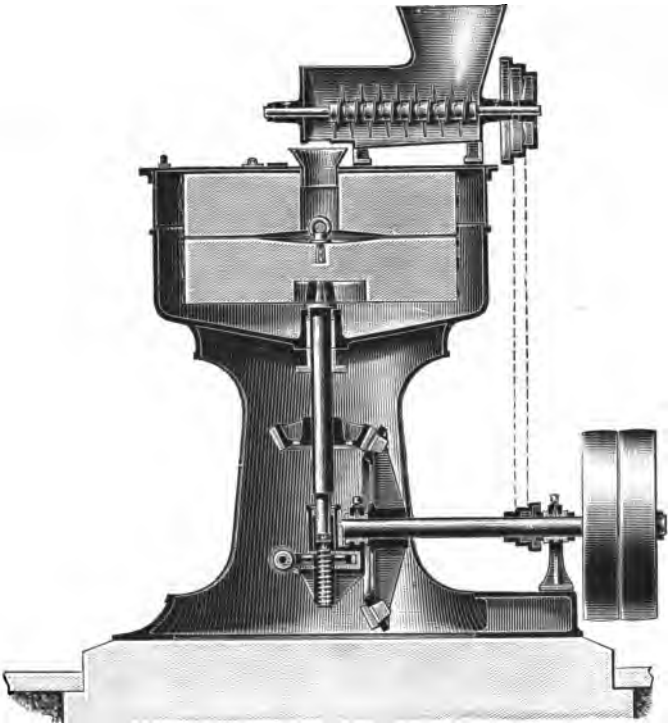


Fig. 23. — Appareil à lait de malt. Moulin à malt avec meules françaises (H. Paucksch).

Digitized by Google

CHAPITRE II. — SACCHARIFICATION PAR LE MALT.

Le malt dont nous venons de décrire la préparation est employé à saccharifier l'amidon des matières saccharifiables. C'est généralement l'amidon qui sert de base à la fabrication de l'alcool, ainsi que nous l'avons dit.

La matière saccharifiable doit subir plusieurs opérations successives. Il faut d'abord la diviser, soit en la réduisant en farine par le moulin, soit en la réduisant directement en pâte par la cuisson. On l'amène ensuite, ou simultanément dans le second cas, à l'état d'empois, et enfin on la soumet à l'action de la diastase du malt.

Les cellules d'amidon se gonflent sous l'influence de la chaleur et de l'eau; la membrane se déchire, et on obtient l'empois. La diastase alors transforme cet amidon en dextrine et sucre en mettant l'eau en liberté, ce qui fait que la pâte redevient liquide. La saccharification se faisant à 50° ou 60°, il faut alors refroidir la liqueur avant de la mettre en fermentation.

Les matières amylacées sont la pomme de terre et les céréales.

La pomme de terre, presque exclusivement employée en Allemagne a été l'objet de nombreux travaux ; aussi est-ce par elle que nous commencerons notre étude, quoique, en France, on emploie plus généralement les grains, et surtout le maïs et le seigle. Dans cette étude des divers procédés de saccharification, nous nous attacherons non pas tant à la description des nombreux appareils qui peuvent être employés qu'à l'étude du procédé opératoire et du but à atteindre.

Article 1er. — Saccharification des pommes de terre.

Lavage. — Les pommes de terre, à cause de leur lieu de développement, ont besoin d'être lavées avant leur emploi; de là une opération préliminaire spéciale à cette matière.

L'opération consiste à faire passer l'eau successivement sur les diverses portions de pommes de terre, de façon à ce que l'eau suive une route inverse à celle des pommes. Les pommes de terre les plus propres sont alors lavées en dernier lieu par de l'eau nouvelle.

Digitized by Google

A. Cuisson des pommes de terre. — De la bonne exécution de cette opération dépend le succès de la saccharification. Mieux l'amidon sera mis en empois, mieux agira la diastase. Cette cuisson se fait par deux procédés; le premier, à peu près abandonné maintenant pour la pomme de terre, est connu sous le nom d'« ancien procédé ».

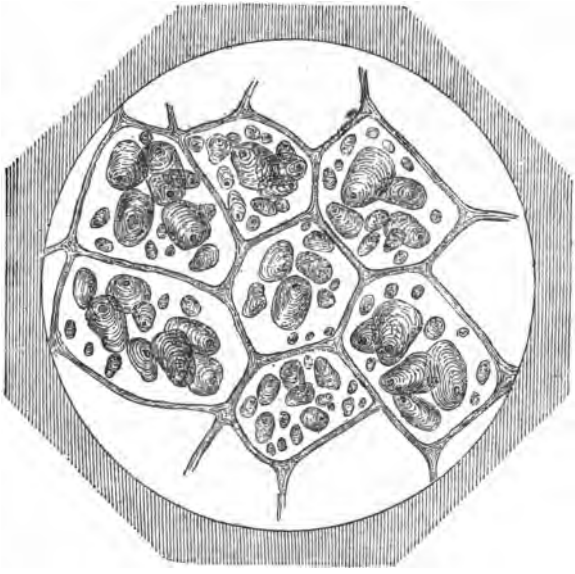


Fig. 24. — Coupe d'une pomme de terre cuite.

Ancien procédé. — On introduisait les pommes de terre dans une cuve en bois ou en tôle dans laquelle on amenait la vapeur pour opérer la cuisson; les tubercules cuits étaient transportés dans deux broyeurs pour produire une division parfaite.

Au-dessous des écraseurs se trouve la cuve à saccharifier.

B. Macération et saccharification. — Pendant la cuisson, on introduisait dans le macérateur de l'eau et du malt vert ou sec, on agitait parfaitement de façon à bien diviser le malt dans

Digitized by Google

l'eau, qu'on peut chauffer légèrement. Ce mélange se fait généralement avec des agitateurs mécaniques; puis on y fait tomber les pommes de terre sortant du broyeur, en continuant une agitation énergique qui est d'autant plus difficile que le mélange devient de plus en plus épais. On laisse agir la diastase pour liquéfier un peu la masse, puis on continue d'ajouter la pâte.

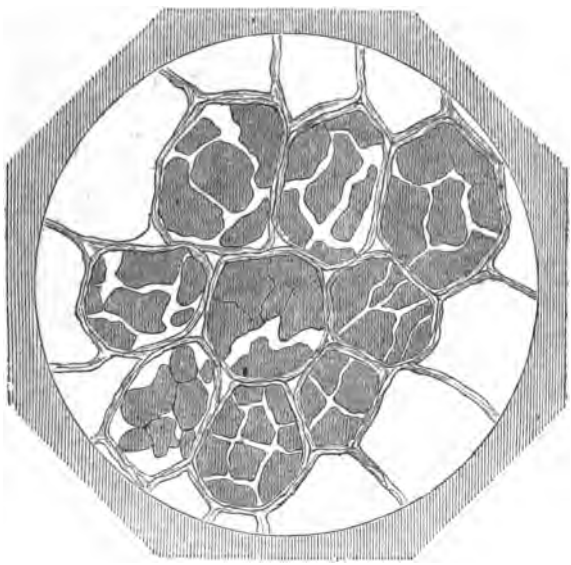


Fig. 25. — Coupe d'une pomme de terre ayant cuit dans l'eau pendant une demi-heure.

On s'arrange pour maintenir la température à 60° ou 62°, en faisant, au besoin, arriver un peu de vapeur.

On couvre le macérateur pour ralentir le refroidissement, et on laisse en contact environ deux heures.

Quand on introduit les pommes de terre qui sont très chaudes, il faut suivre la marche de la température pour ne pas dépasser 60° (fig. 24, 25 et 26).

Les figures 25 et 26 montrent l'action de la cuisson à la pres-

Digitized by Google

sion ordinaire sur les cellules de pommes de terre crues de la figure 24.

Quelquefois on introduit d'abord les pommes de terre écrasées, puis on ajoute le malt. Cette méthode ne vaut pas la précédente. Le malt se trouvant tout de suite en contact avec des pommes de terre très chaudes, une partie de sa diastase peut être détruite. Nous préférons le premier procédé.

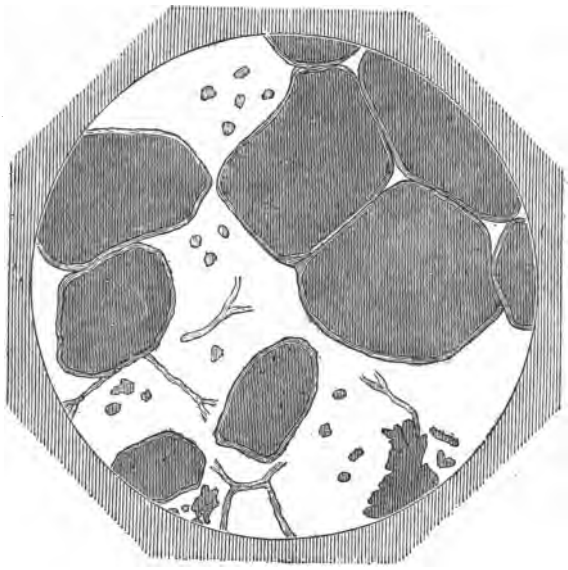


Fig. 26. — Coupe d'une pomme de terre cuite dans un vase ouvert jusqu'à ce que l'eau qui la baigne ait été complètement évaporée.

Nouveau procédé. — *A. Cuisson.* — Dans le procédé que nous venons de décrire, il est difficile d'obtenir une division parfaite de la matière à saccharifier, ce qui produit des parties non attaquées et, par suite, des pertes d'alcool.

Les nouveaux procédés, au contraire, réalisent la perfection au point de vue de la division. Au lieu d'introduire la vapeur à la pression normale, on opère à haute presssion, à 3 ou 4 at-

Digitized by Google

mosphères, c'est-à-dire à 135° ou 140° dans un autoclave. Les figures 27 à 32 montrent les cellules de pommes de terre cuites sous pression d'après Mœrcker.

Dans la figure 27, on voit les cellules qui commencent à se gonfler et à se désagréger.

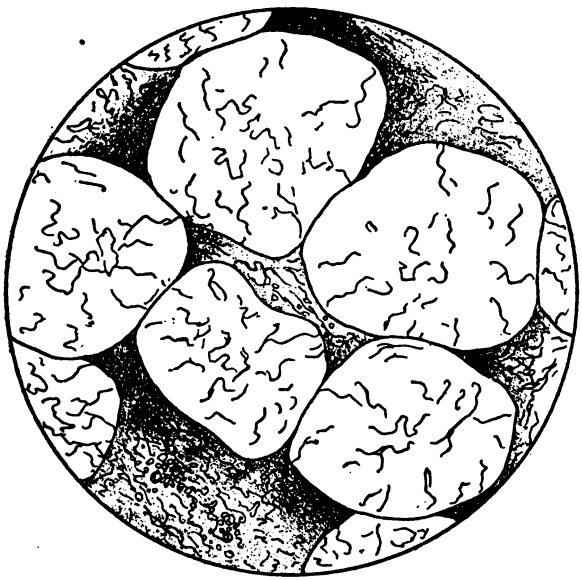


Fig. 27. — Cellules de pommes de terre cuites à 3 atmosphères dans l'appareil Henze, avant la détente. Gross. : 1/403.

Le principe de la cuisson sous pression a été imaginé par Schulze de Pest; mais c'est Hollefreund qui a le premier installé des appareils en distillerie, et c'est à Henze qu'on doit les dispositions adoptées actuellement.

Quand on introduit les tubercules dans le cuiseur, toutes les cellules amylacées se trouvent bientôt portées à la température indiquée ci-dessus. Si alors on produit une détente de la vapeur, l'eau qui est dans les cellules se réduira en vapeur en déchirant les membranes, ce qui produira une division complète

Digitized by Google

des membranes cellulaires. On obtient ainsi rapidement une division parfaite.

Ces appareils doivent naturellement être très solides pour résister à la pression. On les essaie généralement à 10 atmosphères, et, comme la pression n'est que de 4, il n'y a aucun danger d'explosion.

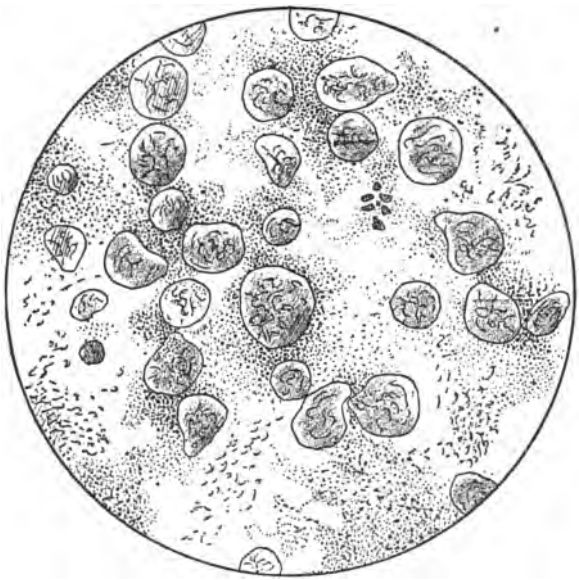


Fig. 28. — Cellules de pommes de terre cuites à 3 atmosphères dans l'appareil Henze, après la détente. Gross. : 1/102.

Dans la figure 28, presque toutes les cellules sont brisées ; quelques-unes seulement sont encore entières, mais fortement distendues, comme le montre la figure 29, où le grossissement est le même que dans la figure 27.

Les cuiseurs sont en forme de cône ou de tronc de cône. Les tubercules s'introduisent par la partie supérieure. La vapeur arrive par la partie inférieure; un trou d'homme à la partie inférieure permet la sortie des tubercules cuits. Cette sortie se fait facilement par la pression de la vapeur intérieure. L'appa-

Digitized by Google

reil porte tous les instruments nécessaires aux appareils à vapeur, soupapes de sûreté, manomètres, robinet d'air, etc.

Dans quelques cuiseurs, on introduit des agitateurs pour remuer la masse pâteuse. Mais cette disposition est inutile pour les pommes de terre ; il suffit de disposer convenablement l'arrivée de la vapeur, ou bien de laisser de temps en temps échapper un peu de vapeur au moyen de la soupape de sûreté, ce qui s'appelle travailler en *soupape soufflante*.

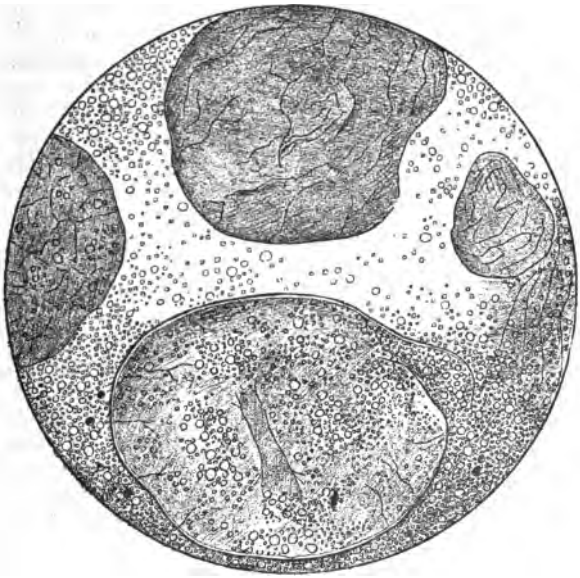


Fig. 29. — Cellules de pommes de terre cuites à 3 atmosphères dans le cuiseur Henze, après la détente, Gross. : 1/403.

Conduite de l'opération. — On introduit les tubercules dans l'appareil par le trou d'homme. On ferme le cuiseur après avoir ouvert un instant la soupape de sûreté ou le robinet à air. On fait arriver la vapeur d'abord par le haut, et on laisse écouler l'eau de condensation jusqu'à ce qu'il cesse de s'en condenser, ou jusqu'à ce qu'il commence à y avoir de l'amidon entraîné ;

Digitized by Google

on ferme alors le robinet d'évacuation. Dans d'autres appareils, on ne ferme le robinet d'évacuation que quand la cuisson est faite. On porte alors à la pression de 2 ou 3 atmosphères; on la maintient jusqu'à la fin de la cuisson, environ trente à quarante minutes. Pendant ce temps, on fait le mélange de malt et d'eau dans le macérateur, et on y introduit lentement l'empois qui s'est formé dans le cuiseur en maintenant toujours la pression.

Il faut surveiller la température pour ne pas la laisser s'élever au-dessus de 60° à 62°. Il peut arriver qu'on soit obligé de refroidir; on peut y arriver au moyen d'une cheminée de tirage placée au-dessus du macérateur. Les appareils nouveaux sont pour cela munis d'un *exhausteur*. C'est une cheminée en tôle placée au-dessus du macérateur; à la partie inférieure arrive le tuyau de décharge du cuiseur qui projette la vidange sur une plaque où elle se pulvérise, présentant ainsi une grande surface. En même temps un tuyau de vapeur produit dans la cheminée de l'exhausteur un tirage considérable qui amène un très fort courant d'air d'où un refroidissement rapide (voir plus loin fig. 43 et suiv.).

On peut encore refroidir, en ouvrant une soupape qui, dans quelques appareils, est placée sur le côté du cuiseur pour laisser échapper la vapeur. Quand la pression est réduite à la pression atmosphérique, la température est encore de 110° à 112° au lieu de 100°.

A cause de la vapeur qui s'échappe pendant le transvasement, la concentration du moût est toujours supérieure à la concentration calculée.

Les moûts préparés sous pression sont presque théoriquement désagrégés; ils ne contiennent pas plus de 1 pour 100 d'amidon non dissous, et même 0,03 pour 100, tandis que par les procédés ordinaires on peut en compter de 5 à 10 pour 100. l'opération ne doit pas durer plus de deux heures. Un cuiseur pour 100 kilogrammes de pommes de terre doit avoir une capacité de 140 à 160 litres.

Outre l'amidon, les pommes de terre contiennent du sucre tout formé. Comme le sucre est bien plus altérable que l'amidon, il faut toujours procéder à la cuisson avec précaution.

Pour la vidange qui se fait sous pression, le fond des cuiseurs porte différents systèmes qui assurent la division parfaite des tubercules. Il faut vider au moins à 2 atmosphères, ou mieux

Digitized by Google

à 3 atmosphères, si on peut, de façon à ce que la matière soit projetée avec force, ce qui assure sa division bien plus parfaite.

Suivant Mœrcker, il est bon de recouvrir les cuiseurs d'enveloppes calorifuges, afin de réduire les pertes de chaleur au minimum. Suivant d'autres, au contraire, cette précaution est plus nuisible qu'utile, parce qu'on emmagasine de l'humidité qui s'évapore ensuite et cause une perte. En outre, cette humidité fait rouiller toutes les pièces de fer de l'appareil.

Dans les petites distilleries, on pourrait broyer le moût dans la cuve à saccharifier au moyen de meules spéciales.

On peut, pour de grandes distilleries, réunir plusieurs cuiseurs en batteries.

B. Macération et saccharification. — Cette opération a pour but le mélange intime de la matière amylacée cuite et du malt. Le résultat s'obtenait autrefois grâce à des agitateurs contenus dans les macérateurs; mais le résultat était toujours imparfait à cause de l'insuffisance de la cuisson ordinaire. La cuisson et la vidange sous pression, en fournissant des cellules de pommes de terre complètement désagrégées, rendent le mélange extrêmement facile quand on opère sur des pommes de terre saines. Mais il n'en est plus ainsi avec les pommes de terre gelées, qu'on est obligé de traiter fréquemment dans les pays du Nord. Ces pommes se désagrègent très incomplètement, ce qui fournit une matière très mal divisée.

Les nouveaux macérateurs contiennent des appareils de broyage spéciaux, des dépelleurs ou d'autres appareils analogues, pour assurer la complète division des pommes de terre.

Les cuves des macérateurs sont munies de réfrigérants qui permettent d'abaisser la température pendant la saccharification. En somme, dans tous ces appareils, il s'agit, par des combinaisons mécaniques diverses, d'assurer la complète division et l'intime mélange des diverses parties.

Article 2. — Traitement des patates.

Le traitement des patates est le même que celui des pommes de terre. On les traite sous pression avec les mêmes appareils. La cuisson doit seulement être conduite avec plus de précautions, parce que la patate contient une quantité non négli-

Digitized by Google

geable de sucre tout formé (5 à 8 pour 100), qui pourrait être caramélisé par une cuisson trop brusque.

Le traitement des patates est localisé dans les pays chauds; il est donc indispensable d'installer dans les cuves de fermentation des réfrigérants.

Pour le maltage, il faut employer le procédé de maltage pneumatique, ou bien le maïs malté.

Article 3. — Traitement du topinambour.

Il faut joindre à ce chapitre le topinambour, sur lequel nous reviendrons, qui peut-être pourra, dans un avenir prochain, être traité par un ferment analogue à la diastase, l'inulase, étudiée par M. Bourquelot (1).

M. Bourquelot a montré que l'inuline peut être transformée à 40° ou 50° en lévulose par l'inulase; l'inulase est une diastase trouvée dans les synanthérées, et surtout dans les eaux de cultures de l'*Aspergillus niger*. L'*Aspergillus niger* est une moisissure très commune qui se développe avec la plus grande facilité, surtout sur le liquide de Raulin (2).

Nous pensons que cette expérience peut de suite devenir industrielle et pourrait être essayée par les distillateurs de topinambours.

Article 4. — Traitement des grains.

La pomme de terre a été pendant longtemps la base de la fabrication de l'alcool. Mais à cause du bon marché du maïs et de sa valeur comme drèche alimentaire, on se sert concurremment de cette céréale et de l'orge, du seigle et quelquefois de l'avoine.

En France, en Hongrie et dans l'Amérique du Nord, il est presque exclusivement employé. Souvent on y ajoute du seigle qui, à cause de sa grande quantité de matières azotées solubles, favorise le développement de la levure et, par suite, l'activité de la fermentation. Peut-être le riz, grâce à notre colonie de Cochinchine, pourra-t-il devenir chez nous d'un usage avantageux pour remplacer le maïs.

(1) Voir vol. II, p. 94, et vol. I, p. 163.
(2) Voir vol. II, p. 124, 128.

Digitized by Google

En Angleterre, on emploie surtout le blé additionné de seigle et d'avoine; en Italie, le riz et le maïs.

C'est le prix de ces divers grains et les commodités commerciales du pays qui dirigent le distillateur dans le choix de ses matières premières; mais c'est la quantité d'amidon qui doit le guider dans leur emploi rationnel. Il faut y joindre l'étude de la nature de la matière azotée qui, dans le cas surtout de récolte de la levure, a une importance très grande.

Chacune des céréales se comporte d'une façon spéciale dans les moûts. Le seigle donne des moûts épais, gluants; l'orge et l'avoine, des moûts clairs.

Les proportions de grains et de malt sont très variables. Tantôt le malt est employé pur, tantôt on met un grand excès de grains.

En moyenne, on emploie de 16 à 20 pour 100 du poids total des grains, afin d'arriver à une rapidité de saccharification convenable pour la bonne marche de l'opération, pour éviter une trop grande acidité ou une saccharification insuffisante.

Article 5. — Traitement du maïs.

Ancien procédé. — Le maïs, étant très dur, doit être traité d'une façon spéciale; il doit être moulu finement et repassé dans les meules jusqu'à moûture complète. Il ne faut pas séparer le son, ce qui entraînerait une perte de principes amylacés et azotés.

L'enveloppe des grains est dure et cornée et un peu grasse, ce qui nuit à l'action de l'eau. La farine n'a pas besoin d'être très fine; on sépare par un tamis qui retient la farine trop grosse. On la repasse jusqu'à ce qu'elle soit assez fine.

On mélange la farine avec de l'eau à 60° ou 70°, de façon à bien diviser la farine, qui se mélange mal avec de l'eau trop chaude et se met en boules qui ne sont pas attaquées. Après quelques temps de trempe, on fait marcher l'agitateur et on chauffe sans dépasser 90°-95°. On refroidit, soit avec des réfrigérants, soit avec de l'eau, jusqu'à 65°.

Mœrcker recommande de mettre toute l'eau d'un seul coup et de refroidir au moyen d'un réfrigérant. La transformation de l'amidon est d'autant plus parfaite qu'il y a plus d'eau. Il est bon d'ajouter un peu de malt au maïs avant la cuisson; on a des moûts moins épais.

On fait ensuite arriver le moût dans le malt délayé dans de l'eau, en remuant continuellement et en surveillant la température

Digitized by Google

Au bout de deux ou trois heures la saccharification est terminée.

Le maïs contient une grande quantité d'huile qui se rassemble à la surface du moût. Cette huile est sans inconvénients et est peut-être utile comme matière nutritive dans la drèche.

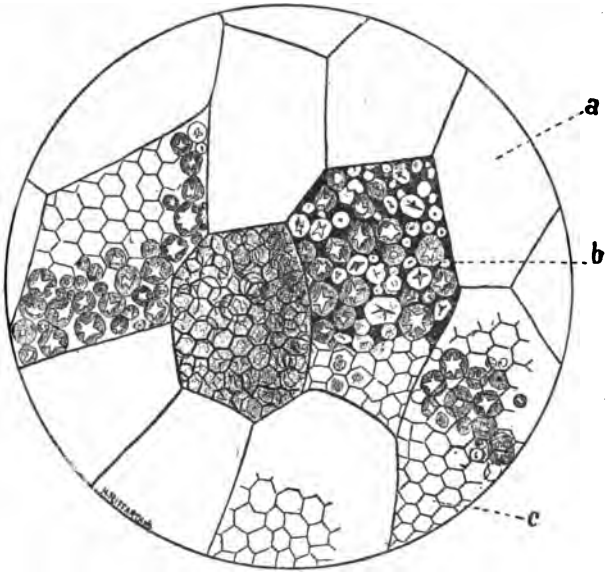


Fig. 30. — Coupe d'un grain de maïs cru.

On aperçoit dans les figures 30, 31 et 32, les mêmes phénomènes que pour la cuisson de la pomme de terre.

En *a* on voit une cellule privée de grains d'amidon, en *b* une cellule contenant des grains amylacés, et en *c* les cellules, contenant les grains d'amidon, sont recouvertes par le tissu de l'endosperme.

On obtient une meilleure attaque de l'amidon par l'addition de l'acide sulfureux en solution aqueuse ou du sulfite de soude additionné d'acide sulfurique au moment de l'emploi.

Pour 1000 kilogrammes de maïs, on ajoute de 60 à 120 grammes de soufre transformé par combustion en acide sulfureux.

Digitized by Google

On ajoute assez d'eau pour couvrir le maïs et 10 centimètres en plus. Après vingt-quatre heures, le maïs se ramollit, l'odeur d'acide sulfureux disparaît à cause de sa transformation en acide sulfurique. Si on met un excès d'acide sulfureux, l'alcool acquiert une mauvaise odeur ; il faut donc surveiller son emploi. La quantité d'alcool obtenu est augmentée ; mais ce procédé, employé, paraît-il, en Hongrie, n'est pas employé en France.

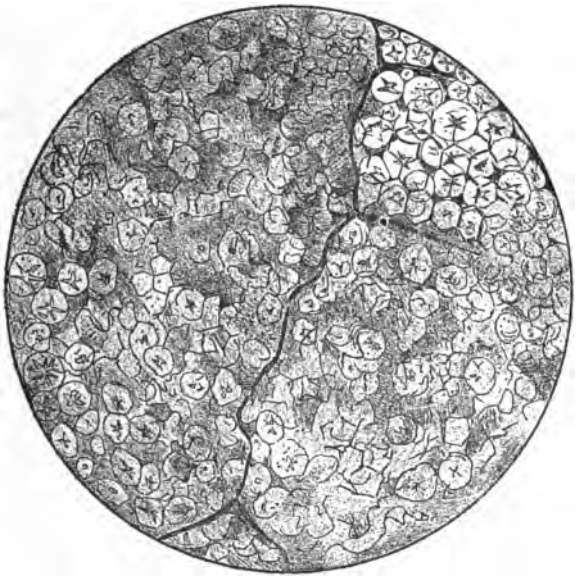


Fig. 31. — Cellules d'un grain de maïs cuit à 3 atmosphères 1/2 dans le cuiseur Henze. avant la détente. Gross. : 1/403.

La figure 31 montre déjà des débris de cellules déchirées ; les grains d'amidon sont encore entiers après la cuisson ; mais après la détente, les cellules d'amidon ont éclatés, comme le fait voir la figure 32.

Nouveau procédé. Cuisson sous pression. — Dans ce procédé, on se sert de cuiseurs analogues à ceux que nous avons déjà indi-

Digitized by Google

qués. On a reconnu qu'il est préférable de cuire le maïs entier. Les pommes de terre contenant 75 pour 100 d'eau peuvent être cuites seules. Il n'en est pas de même du maïs, qui n'en contient que 13 à 14 pour 100 en moyenne ; il est nécessaire de l'additionner d'une quantité d'eau convenable, environ 1 partie et demie d'eau pour 1 de grains.

Il faut aussi que l'arrivée de la vapeur se fasse de façon à

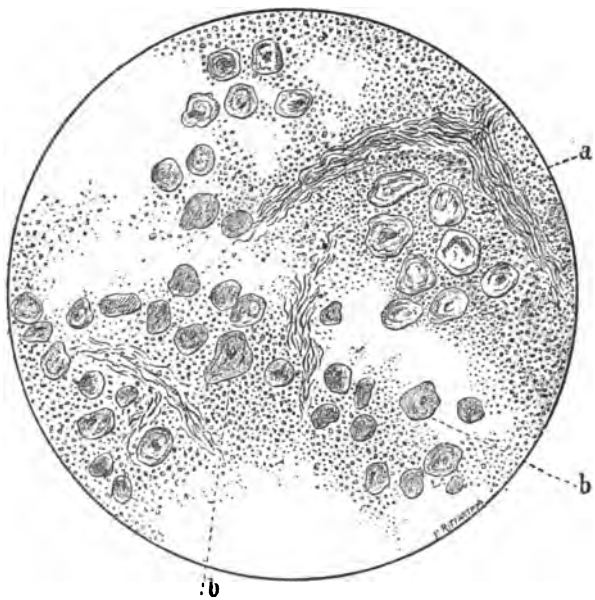


Fig. 32. — Cellules d'un grain de maïs cuit à 3 atmosphères 1/2 après la détente. Gross. : 1/403.

mettre continuellement en mouvement les grains, ce qui est nécessaire pour obtenir une cuisson uniforme des grains.

Le travail, à soupape soufflante, donne, à ce point de vue, de fort bons résultats. Pour assurer encore le mouvement des grains et une constante agitation, on peut ajouter aux appareils des agitateurs.

La pression ne doit pas être exagérée ni trop prolongée, à

Digitized by Google

cause du sucre normal qui se caramélise et de l'huile grasse qui se saponifie en partie et donne des acides gras qui produisent des éthers avec l'alcool; une pression de 3 atmosphères et demie à 4 atmosphères, en laissant le trou d'homme ouvert au commencement une heure, et ensuite seulement la soupape de sûreté pour produire l'agitation également pendant une heure. Ensuite on ferme la soupape et on chauffe trois quarts d'heure au moins à 3 atmosphères. On fait enfin la vidange lentement sous cette pression à travers un robinet à arêtes vives ou un appareil approprié. Si on vide trop vite, il se fait des grumeaux

L'emploi de broyeurs n'est pas utile lorsque la cuisson a été bien conduite. Le tuyau de vidange est muni d'un robinet de vapeur pour nettoyer la soupape ainsi que le tuyau.

On peut également broyer le maïs avant la cuisson ; on peut ainsi en abréger la durée et caraméliser moins le sucre.

Enfin, on peut aussi cuire le maïs à basse température. On le passe ensuite aux broyeurs, puis on le cuit sous une faible pression. Les moûts obtenus sont très blancs et peuvent servir à la fabrication de la levure.

On emploie, pour la saccharification du maïs par le procédé sous pression, 14 à 15 kilogrammes de malt vert pour 100 de maïs. On obtient 98 pour 100 de l'amidon en solution.

Les diverses espèces de maïs ne peuvent pas être travaillées de même. Il ne faut donc pas mêler des maïs de provenances différentes. Ainsi le petit maïs de Roumanie est difficile à cuire et donne des moûts désavantageux qui montent pendant la fermentation et débordent. Enfin il exige plus d'eau pour sa cuisson.

Emploi du maïs malté. — Ce procédé paraît inférieur au précédent, bien que l'alcool soit d'un arome plus agréable. D'après Wolff, il ne contiendrait pas de mauvais goût. Cette assertion, en admettant qu'elle soit exacte, nous tenterait peu ; car la rectification est quand même nécessaire, ainsi que nous le verrons plus tard. L'alcool est tout aussi dangereux, quels que soient son origine et son parfum.

Le maltage occasionne une perte considérable d'amidon. Pour opérer par ce procédé, on prend du maïs malté qu'on soumet à la trempe à 20° ou 23°.

Pour éviter les moisissures, il est bon de le laver plusieurs fois pendant le trempage avec de l'eau, additionnée au besoin

Digitized by Google

d'acide salicylique ou de sulfite de chaux. La trempe dure de quarante à quarante-huit heures.

On le met en tas dans la malterie, dont la température doit être de 2° environ; puis, quand il est égoutté, on l'étale en couches de 30 centimètres à 28° ou 30°. On arrose de temps en temps à cause de l'évaporation.

On arrête lorsque les radicelles jaunissent. Le malt est alors broyé additionné des 2/3 de l'eau nécessaire, puis saccharifié à une température de 75°-77°, qu'on abaisse à 64° par l'addition d'eau.

On dissout ainsi 96 pour 100 d'amidon.

En ajoutant un peu de malt d'orge, on pourrait abaisser la température de saccharification, ce qui serait favorable à la fermentation. Nous n'osons pas recommander ce procédé employé en Hongrie à cause du sucre formé.

Emploi du maïs concassé. — On peut cuire sous pression le maïs concassé (Riebe). On l'additionne de malt vert (1,5 pour 100) et deux fois son poids d'eau. On chauffe à 65° pendant dix minutes dans l'appareil Hollefreund, puis à 3 ou 4 atmosphères et demie. En une heure on peut obtenir ainsi des moûts très concentrés avec un alcool supérieur; mais la cuisson sous pression d'un maïs avec le malt semble défectueuse et doit occasionner une perte de sucre.

Emploi du maïs avec les pommes de terre. — En général, il faut cuire le maïs et les pommes de terre séparément. On cuit d'abord les pommes de terre, puis on fluidifie l'empois avec une partie du malt, on y vide le maïs cuit et on ajoute le reste du malt.

Ce traitement du maïs et des pommes de terre a pour but d'améliorer les drèches de pommes de terre.

D'après Delbrück, on peut cuire ensemble les deux matières amylacées. Voici les indications qu'il donne :

1° *Pommes de terre riches.* — On verse dans le cuiseur Henze 25 kilogrammes de pommes de terre et, par-dessus, 200 kilogrammes de maïs entier; on ajoute 120 à 160 litres d'eau. On introduit la vapeur et on complète la charge du cuiseur avec des pommes de terre. On ferme le trou d'homme et, dès que l'air est

Digitized by Google

chassé, on chauffe rapidement à 3 atmosphères et demie ou 4 atmosphères. Une heure à une heure et demie de cuisson doivent suffire ; on fait ensuite la vidange.

2° *Pommes de terre pauvres.* — On fait tremper le maïs vingt-quatre heures à 65° au moins ; puis on charge le cuiseur avec le maïs et les tubercules mélangés ; on chauffe à 3 atmosphères et demie, ou même à 4 ou 4 et demie. La vidange se fait à 6 atmosphères. Ces moûts fermentent très rapidement. Il faut opérer dans des macérateurs avec réfrigérants et faire la fermentation à basse température.

Article 6. — Traitement des céréales.

L'orge, le seigle, le froment et l'avoine sont employés spécialement dans les distilleries de liqueurs pour produire des eaux-de-vie fines.

Les grains sont moulus ensemble aussi fins que possible sans séparer les sons, les parties grossières sont repassées jusqu'à moûture complète.

Dans les petites usines, on fait le mélange avec le malt dans les cuves de fermentation ; on mélange intimement, puis on chauffe. On préfère maintenant faire cette opération dans les macérateurs.

Seigle. — Avec le seigle, il faut faire des moûts plus dilués qu'avec les autres grains. On ne peut pas mettre plus de 22 à 23 kilogrammes par hectolitre de cuve et 3 kilogrammes de malt. D'après Delbrück, les autres grains peuvent être traités en moûts épais, Delbrück ayant montré qu'on obtenait une fermentation complète même avec des moûts rendant 16 pour 100 d'alcool.

Les grains sont cuits, soit par l'ancien procédé à pression ordinaire, soit sous pression de plusieurs atmosphères, soit enfin par le procédé anglais.

A. Ancien procédé. — Au moyen d'un agitateur on mêle, dans les macérateurs, toute la quantité d'eau nécessaire, puis la farine y est introduite lentement On peut introduire le malt en même temps ou bien la moitié du grain, un tiers du malt, puis un autre, tout le reste du grain et le reste du malt.

Ce procédé fractionné donne de bons résultats, car il met l'amidon en contact avec du malt toujours frais.

Digitized by Google

On peut employer le malt vert au début de l'opération, puis du malt sec; on porte à 60° pendant une demi-heure avec la moitié de l'eau nécessaire; puis on laisse tremper encore une demi-heure. On ajoute l'autre moitié de l'eau à 90°, et on porte la température à 68° en agitant pendant encore une demi-heure; enfin on laisse la saccharification se faire pendant deux heures.

On peut aussi ajouter l'eau d'un seul coup et chauffer à la vapeur, à la condition de surveiller l'arrivée de la vapeur pour ne pas détruire la diastase.

Dans un macérateur de 20 hectolitres, on peut traiter 275 kilogrammes de seigle, 125 kilogrammes d'orge par 50 kilogrammes de malt vert, puis 100 kilogrammes de malt sec pour 900 litres d'eau.

On peut réchauffer le mélange dans le macérateur.

Quant la saccharification est terminée, on refroidit et on met en fermentation.

Nouveau procédé sous pression. — La cuisson se fait très bien à la condition de déterminer, par le mode d'arrivée de la vapeur et par le moyen de la soupape soufflante, un mouvement de rotation, une agitation continuelle.

On introduit dans le cuiseur, celui de Henze, par exemple, 160 litres d'eau, qu'on chauffe à 100°; puis on y verse 100 kilogrammes de seigle. On laisse le trou d'homme ouvert jusqu'à ce que le seigle soit ramolli, puis on chauffe à soupape soufflante pendant une heure ou une heure et demie; enfin on ferme la soupape et on chauffe à 4 atmosphères pendant une demi-heure. On vide à la même pression.

En faisant préalablement tremper à 60° pendant une nuit, on chauffe le matin à 3 atmosphères progressivement en trois quarts d'heure; puis on maintient la température pendant une heure ou une heure et demie; on vide sous pression dans le macérateur, qui contient le lait de malt et où un agitateur maintient une agitation continuelle. On règle l'arrivée de l'empois, de façon à ce que la température se maintienne à 60° environ. Quelquefois il est nécessaire de refroidir. Si le seigle est en mauvais état, il faut d'abord le sécher, s'il est humide; puis dans une cuve en bois, on le met à tremper douze heures dans l'eau à 60°, additionnée de 1/6 de litre d'acide sulfurique par hectolitre. On laisse écouler l'eau, et on cuit dans le cuiseur comme précédemment (Delbrück, Stenglein).

Digitized by Google

Emploi simultané du seigle et des pommes de terre. — On fait tremper le seigle pendant douze heures, puis on introduit dans le cuiseur la moitié des pommes de terre, le seigle, puis le reste des pommes de terre. On cuit à 3 atmosphères, puis à 4 pendant une heure et demie.

D'après Richter, la cuisson est plus rapide et plus complète si on concasse le seigle.

On peut encore opérer de la manière suivante :

On cuit les pommes de terre, et on verse l'empois dans les macérateurs où se trouve le seigle concassé et très peu d'eau, avec un peu de malt. On porte la température à 75°, puis on refroidit à 50°, et on ajoute le reste du malt.

On pourrait traiter le seigle seul avec l'eau, et le malt à 75°, et ajouter ensuite l'empois dans le grain.

Le travail simultané est avantageux, parce qu'il augmente le rendement en alcool.

Procédé anglais. — En Angleterre, au lieu d'opérer en moûts épais, on opère en moûts clairs dont on sépare les drèches.

On mélange les grains concassés avec 1/6 ou 1/4 de leur poids de malt ; on fait une pâte avec de l'eau à 60°.

Quand la pâte est faite, on ajoute de l'eau à 80° pour avoir une température de 65°. On décante le liquide au moyen d'une cuve à double fond. On ajoute dans la cuve une égale quantité d'eau à une température un peu plus élevée (82°). On pompe cette nouvelle eau, qui servira à faire un premier traitement dans l'opération suivante. Quelquefois on fait trois, quatre, cinq décantations. Dans ce cas, on fait fermenter les deux premiers moûts immédiatement et on réserve les autres pour remplacer l'eau dans l'opération suivante.

Emploi du seigle malté sans malt d'orge. — Ce traitement se fait très facilement, mais il est, comme pour le maïs malté, défectueux, car le sucre tout formé peut se décomposer. Il faut diriger la cuisson avec précaution.

Emploi de l'amidon avec les pommes de terre. — Il faut d'abord délayer l'amidon ou la fécule avec de l'eau, puis porter à 62°, après addition d'un peu de malt.

On porte à 81°, puis on ajoute au moût. Ce traitement ne peut s'appliquer qu'à des amidons avariés.

Digitized by Google

Saccharification du dari. — Le dari se travaille comme le maïs. Une demi-journée avant, on charge le cuiseur avec 2 hectolitres d'eau froide pour 100 kilogrammes de dari. Le lendemain, on cuit à 3 ou 3 atmosphères et demie en conduisant l'opération comme pour le maïs, puis on saccharifie.

Il faut en malt 15 pour 100 du poids du dari, on l'ajoute peu à peu. La température de la trempe ne doit pas être de plus de 19° pour ne pas donner de ferments lactiques. Pendant la cuisson, il se gonfle beaucoup.

La saccharification se fait, comme pour le maïs de 58° à 60°. On recouvre la cuve et on laisse reposer une heure, puis on conduit le liquide aux cuves à fermentation.

Emploi de l'acide fluorhydrique. — L'action de la diastase est entravée plus ou moins par les ferments nuisibles, surtout les ferments lactique et butyrique. Si on les laisse se développer, ils peuvent même arrêter tout à fait la saccharification.

Outre la température, on a encore essayé l'emploi des acides minéraux ; mais la dose d'acide nécessaire pour enrayer les fermentations nuit déjà à l'action de la diastase. M. Effront a reconnu que l'acide fluorhydrique jouissait d'une action plus énergique que les acides minéraux ordinaires ; même à dose très faible, il tue ou au moins paralyse les ferments nuisibles, tandis que la diastase conserve son activité.

On peut dès lors préparer un extrait très actif.

Pour cela, on mélange le malt broyé avec deux ou trois fois son volume d'eau froide. On ajoute, par 100 litres de moût, 15 à 20 grammes d'acide fluorhydrique à 20 pour 100. On laisse reposer. Ce moût peut être employé immédiatement ou conservé pendant huit à dix jours sans altération. En l'évaporant dans le vide à 65-70°, on a une poudre brune très active.

Saccharification du maïs. — Le grain moulu ou non est cuit sous pression de 3 à 4 atmosphères avec trois ou quatre fois son volume d'eau pendant une heure ou deux; on refroidit à 40°. On ajoute l'extrait de malt ; on continue à refroidir jusqu'à 25° et on abandonne à la saccharification. Cette opération peut exiger quarante-huit heures. Au bout de deux heures de saccharification, il convient d'éliminer les drèches. Le moût se saccharifie alors rapidement à 20°. On neutralise l'acide fluorhydrique avec la chaux ; on arrête la saccharification et le moût est mis en fermentation.

Digitized by Google

Article 7. — Refroidissement du moût.

Dans un grand nombre des opérations de la distillerie, nous avons signalé et nous verrons souvent encore la nécessité de refroidir les divers liquides en expérience, soit pour empêcher l'élévation de la température par les réactions qui se produisent, soit pour abaisser la température au degré le plus favorable à l'opération. Cette opération est de la plus haute importance dans ces questions de fermentation qui s'opèrent à des températures fixes et dans des limites très resserrées; très importantes encore, parce qu'il est important d'aller le plus vite possible, non seulement pour faire plus d'ouvrage, mais encore pour ne pas donner le temps aux ferments nuisibles de se développer.

On peut employer plusieurs procédés:

1° *Refroidissement par rayonnement dans l'air et évaporation.* — Dans ce procédé, le plus lent et le plus imparfait, on laisse les moûts se refroidir par évaporation lente et par perte de chaleur au contact de l'air.

On peut augmenter la rapidité de ce procédé en augmentant la surface d'évaporation, c'est-à-dire en distribuant le liquide dans des bacs peu profonds et larges, et en favorisant le renouvellement de l'air au moyen de ventilateurs, enfin en renouvelant continuellement la surface du liquide par un mécanisme spécial. On place ces bacs à la partie supérieure du bâtiment; le liquide y est élevé au moyen d'une pompe ou d'une tuyauterie spéciale. Le liquide redescend à la cuve, quand sa température est convenable. On peut superposer plusieurs bacs en gradins, de façon à diminuer la place occupée par l'appareil.

Quand le contact de l'air n'est pas nuisible, on peut augmenter encore le refroidissement par une disposition rappelant celle des bâtiments de graduation. Une pompe lance le liquide qui retombe sur des tôles perforées ou des toiles métalliques placées les unes au-dessus des autres. Ce procédé peut être employé dans les pays chauds pour refroidir l'eau, et même dans les climats tempérés quand l'eau est rare.

L'exhausteur que nous avons décrit p. 56, est aussi un appareil de réfrigération par l'air et la ventilation.

Digitized by Google

2° *Refroidissement obtenu en faisant circuler les liquides dans des tuyaux entourés d'eau froide.* — C'est l'eau qui absorbe la chaleur par conductibilité à travers la paroi métallique. Il faut alors donner aux surfaces de contact la plus grande étendue possible.

Ce procédé réussit mieux en hiver qu'en été. On fait passer un double courant d'eau, d'une part, de moût, de l'autre, marchant en sens contraire. Les appareils doivent être disposés de façon à ce que toutes les pièces puissent se nettoyer parfaitement, afin que les germes de ferments nuisibles ne puissent pas s'y accumuler, et aussi à cause des incrustations calcaires que dépose l'eau. La température de l'eau qui sort doit avoir, dans un bon appareil, à peu près la même température que le moût qui entre.

3° *Refroidissement par l'air et l'eau combinés.* — Ces appareils sont les mêmes que ceux du premier procédé. En même temps que le liquide perd de la chaleur par évaporation et rayonnement dans le bac refroidisseur, un courant d'eau passe dans un double fond et refroidit par conductibilité. Ce procédé ne supprime pas l'influence des germes de l'air, toujours si abondants dans les distilleries, mais il refroidit néanmoins plus vite que le premier.

4° *Refroidissement par les matières réfrigérantes.* — Ces procédés rentrent dans les deux premiers. Néanmoins nous pensons qu'il est bon de leur faire une place spéciale.

Ils consistent à activer l'action de l'eau en la refroidissant, ou à remplacer l'air par de l'air refroidi artificiellement, ou par un gaz liquéfié ou au moins comprimé.

A. Dans le premier groupe se place la réfrigération par la glace. Elle peut se faire, soit en introduisant directement la glace dans le liquide à refroidir, toutes les fois que le liquide est assez concentré pour supporter le supplément d'eau que la glace lui apporte, soit en faisant plonger dans le liquide des vases flotteurs remplis de glace ou de liquides refroidis.

B. Dans le deuxième groupe se place la réfrigération obtenue par l'air refroidi par son origine ou par son passage dans un lieu très froid. On pourrait aussi utiliser par ce moyen l'acide carbonique produit en si grande abondance dans les salles de fermentation. Il suffirait de le liquéfier et même seulement de le comprimer fortement pour produire ensuite par sa détente un refroidissement considérable.

Digitized by Google

L'air comprimé pourrait également être utilisé pour ce même objet (fig. 33).

Dans un grand nombre de distilleries, il existe des appareils à

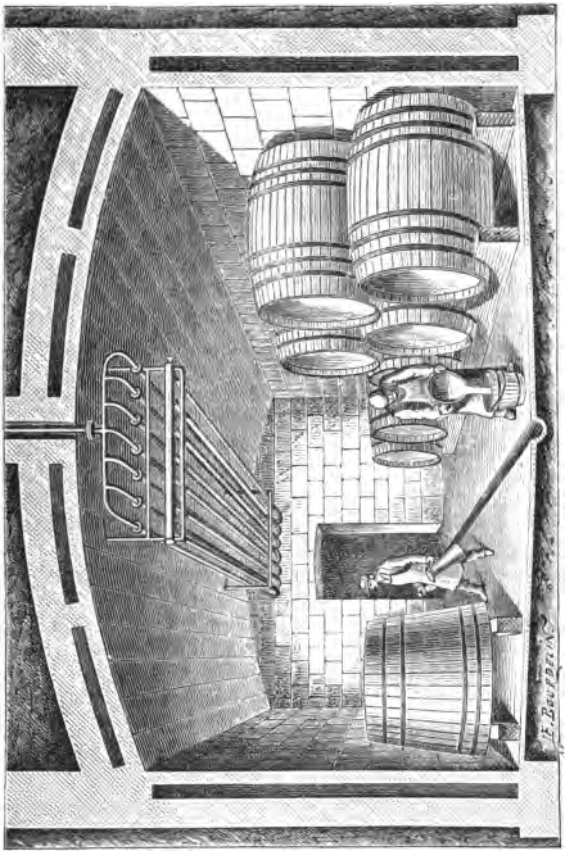


Fig. 33. — Refroidissement des caves au moyen de la détente directe des gaz, Nouveau procédé Schmidt (Rouart, frères et Cie).

fabrication de la glace qui sont utilisés pour cet usage, ou bien des glacières dans lesquelles on rassemble pendant l'hiver une grande quantité de glace qui est utilisée pendant le reste de

Digitized by Google

l'année. Ces glacières doivent être souterraines, formées de parois très épaisses en matériaux mauvais conducteurs, de façon à laisser fondre le moins de glace possible.

La glace est très employée aussi dans les brasseries, pour le refroidissement des moûts et pour la conservation de la bière.

Dans les pays chauds, la réfrigération est toujours un problème difficile; car l'eau fait souvent défaut et, quand il y en a, c'est en petite quantité et elle est loin d'être froide. On peut la refroidir assez rapidement au moyen de l'appareil suivant, imaginé par M. Wohlhuter en Algérie, et dont nous empruntons la description à M. Kethner (1). Ce n'est autre chose qu'un bâtiment de graduation.

Cet appareil, breveté en France, peut se décrire comme suit :

Un grand bâti formé d'un assemblage de montants en fers à T et de tringles, environ 10 mètres de long. 1 mètre de large sur 8 mètres de haut, formant trois étages, où sont disposés des bacs métalliques perforés de petits trous munis de tuyaux d'écoulement.

Au sommet de ce bâti se trouve un réservoir en tôle muni également de tuyaux distributeurs. C'est dans ce réservoir supérieur que l'eau chaude ayant déjà servi à la réfrigération est pompée par une simple pompe à bras (le seul agent mécanique que nécessite tout le fonctionnement de l'appareil) pour se diviser. Cette eau s'écoule en tombant par les tubes sur une série de branches de bouleau disposées en petits balais verticaux, suspendus en plusieurs sections par étage. L'eau, après s'être écoulée le long des branches, tombe en cascade sur une autre rangée placée en dessous, et ainsi de suite jusqu'au premier bac distributeur, qui lui-même écoule ses eaux, par le même système, jusqu'au second bac, et de là dans le bac récepteur. Par cet appareil, fonctionnant en plein vent, *en plein soleil*, l'eau arrivant dans le réservoir inférieur se trouve refroidie de 15° centigrades minimum, vis-à-vis de la température d'arrivée au réservoir supérieur. En faisant immédiatement repasser l'eau ainsi refroidie, on arriverait par conséquent à obtenir des eaux à bien basse température, mais une seule opération suffit pour avoir des eaux réfrigérantes pour la vinification.

(1) *Bulletin de la société des sciences et d'agriculture de Strasbourg.*

Digitized by Google

Article 8. — Appareils pour la saccharification par le malt.

LAVEURS ET NETTOYEURS

Dans le laveur Eckert (fig. 34), les pommes de terre sont d'abord nettoyées sans eau dans un tambour à baguettes espacées pour laisser passer la terre et les petites pierres; puis elles passent dans le laveur proprement dit, où des agitateurs les secouent et les poussent vers la sortie. De là, une chaîne à godets les élève au macérateur.

Le laveur Leinhaas (fig. 35) est construit sur les mêmes principes.

Ces laveurs exigent une plus grande force motrice que les laveurs à auge de Venuleth, (fig. 36) dans lesquels les pommes de terre sont agitées dans une auge par des palettes. Le fond de l'auge est garni d'épierreurs qui retiennent les pierres, tandis que les pommes sont poussées vers l'extrémité, où un élévateur égoutteur les enlève.

Ces mêmes laveurs, plus ou moins modifiés, peuvent être appliqués au lavage des topinambours.

Il est peut-être employé pour les pommes de terre, les topinambours, les betteraves, etc., afin de les débarrasser de la terre et des pierres adhérentes. L'eau tiède est préférable; on peut l'emprunter aux condensateurs ou aux réfrigérants. Un élévateur prend les tubercules lavés et les élève au lieu d'utilisation.

Les figures 37 et 38 représentent, de face et de côté, le laveur Kyll, dont la construction est basée sur les mêmes principes.

Les figures 39 et 40 montrent le laveur Paucksch.

Les pommes de terre sont introduites à la pelle et agitées dans l'eau au moyen d'ailes courbes fixées sur l'axe qui poussent en même temps les tubercules du côté de l'élévateur à godets. Les godets sont percés d'ouvertures pour laisser écouler l'eau. Après le lavage, on enlève la terre et les pierres qui sont restées dans le fond de l'auge, au-dessous d'une grille qui retient les pierres un peu grosses.

Digitized by Google

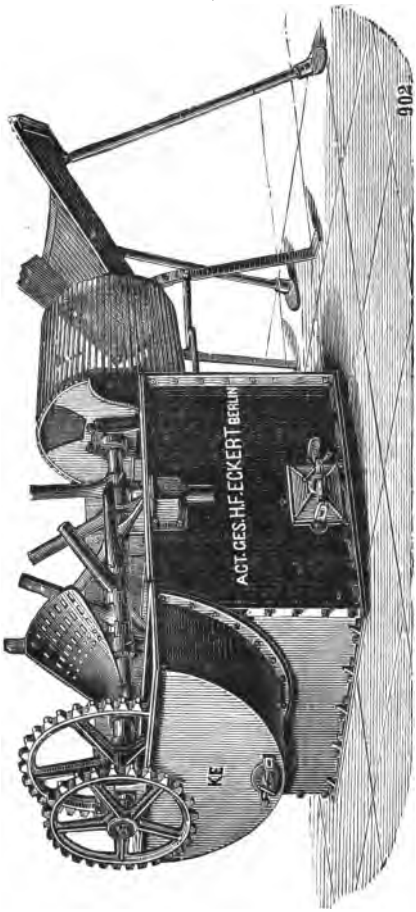


Fig. 34. — Appareil à laver des pommes de terre (H.-F. Eckert).

Digitized by Google

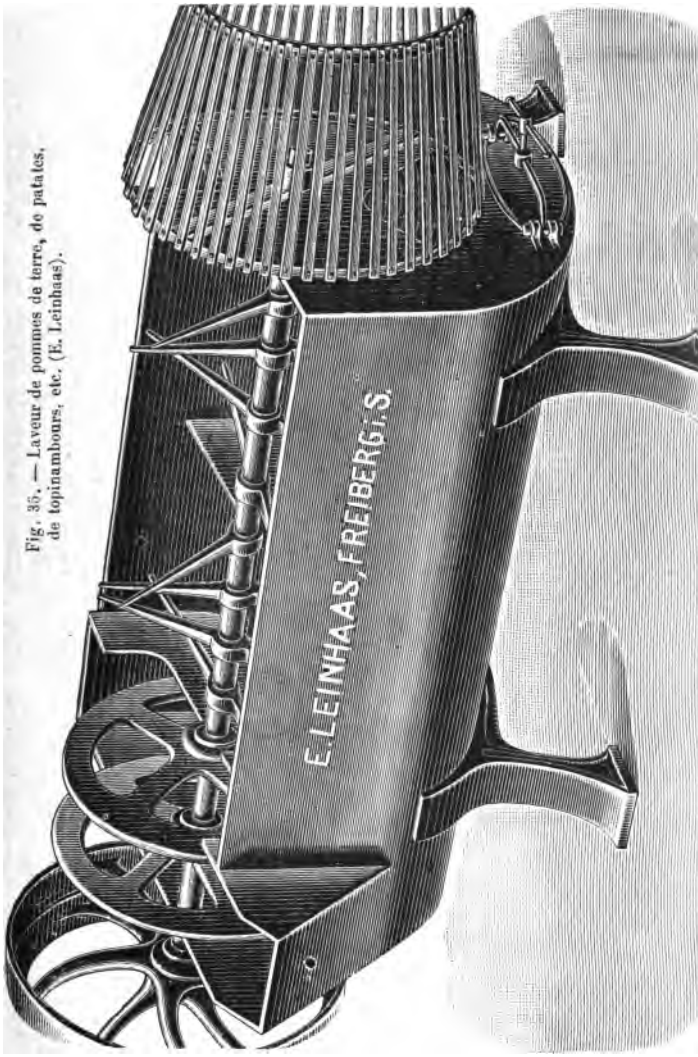


Fig. 35. — Laveur de pommes de terre, de patates, de topinambours, etc. (E. Leinhaas).

Digitized by Google

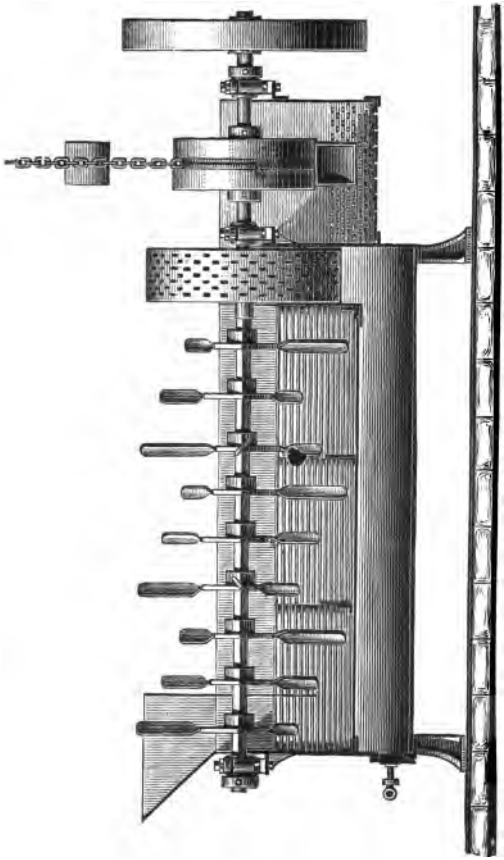


Fig. 36. — Laveur de pommes de terre, topinambours, patates (Venuleth et Ellenberger).

Digitized by Google

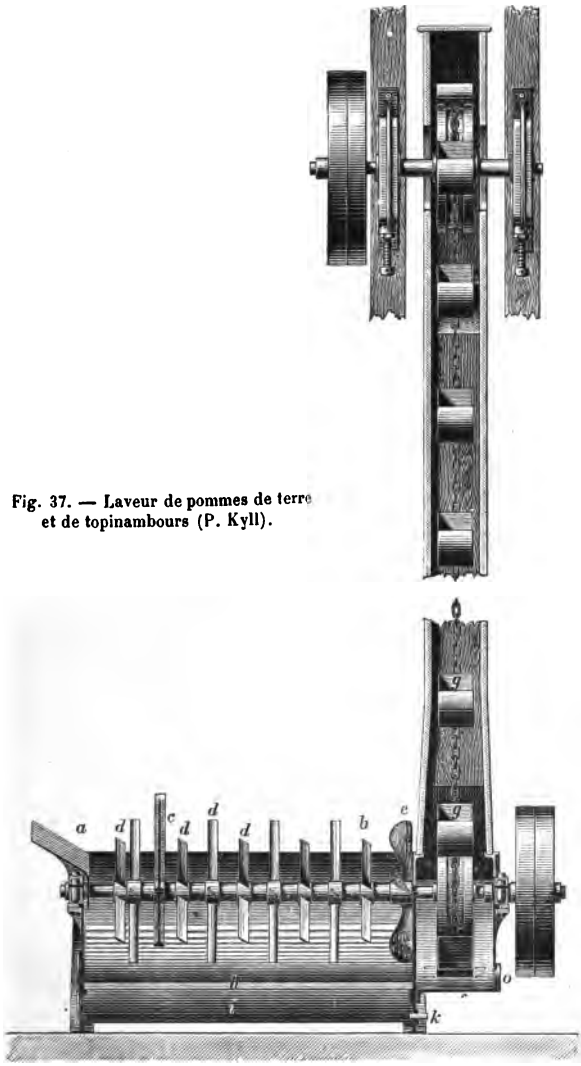


Fig. 37. — Laveur de pommes de terre et de topinambours (P. Kyll).

Digitized by Google

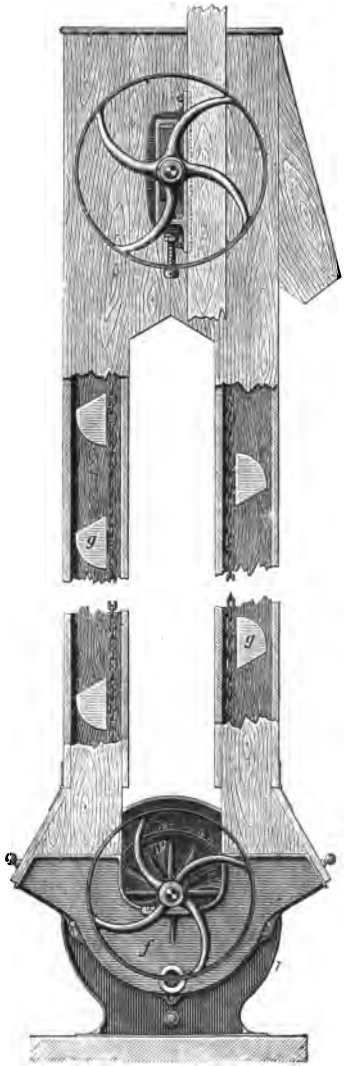


Fig 38. — Laveur de pommes de terre et de topinambours (P. Kyll).

Digitized by Google

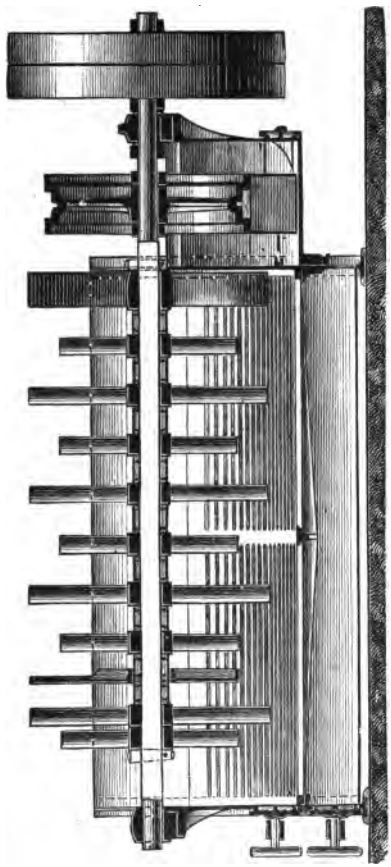


Fig. 30. — Laveur de pommes de terre (H. Paucksch).

Digitized by Google

Pour les grains, on peut employer les mêmes appareils nettoyeurs que pour le malt.

Nous avons déjà représenté (fig. 13) le nettoyeur Venuleth; le trieur séparateur pour nettoyer le maïs de Kyll (fig. 41) est d'une construction analogue.

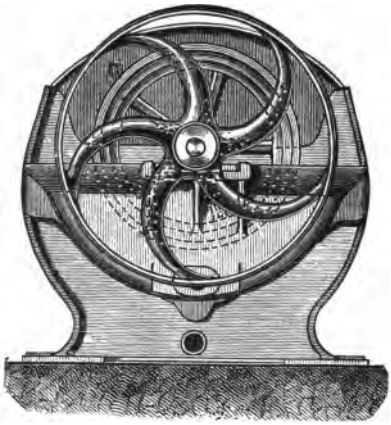


Fig. 40. — Laveur de pommes de terre (H. Paucksch).

Les moulins peuvent être munis, comme nous l'avons déjà dit, d'appareils magnétiques pour retenir les morceaux de fer qui pourraient endommager les meules et les cylindres.

L'opération du nettoyage des matières premières est trop souvent négligée; elle est pourtant très importante. Non seulement on ne nettoie pas les grains qui peuvent contenir des germes de ferments nuisibles que le lavage ferait disparaître, surtout si ce nettoyage était fait avec de l'eau additionnée de solutions antiseptiques, acide salicylique ou mieux bisulfite de chaux; mais encore on emploie souvent des grains avariés, soit dans le transport, soit dans les greniers ou silos où on les conserve. Il y a de graves inconvénients à se servir de grains avariés, surtout dans la fermentation par le malt. Non seulement ces grains ne se maltent pas, mais encore ils sont d'une moûture difficile, surtout s'ils sont humides, ce qui est le cas des grains moisis. La cuisson, par suite, se fera mal; mais, de plus, ces grains sont farcis de ferments de moisissures qui ont déjà

Digitized by Google

consommé une partie de l'amidon et qui sont accompagnés de germes de bactéries en grande quantité. Il faudrait donc tuer ces germes auparavant, ce qu'on ne fait jamais par économie mal comprise.

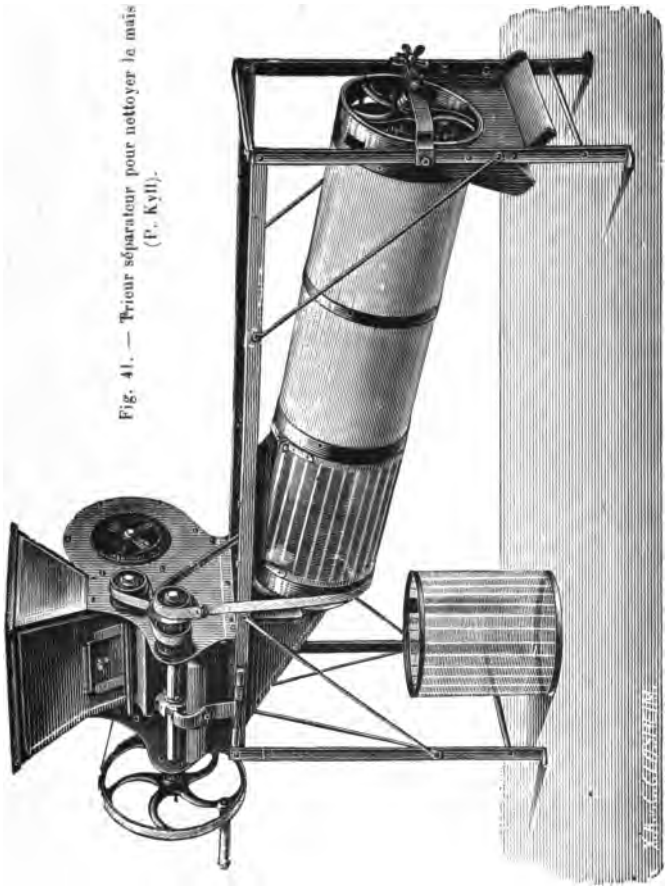


Fig. 41. — Trieur séparateur pour nettoyer le maïs (F. Kyll).

Quelque soit l'avantage d'achat que puisse présenter l'acquisition de marchandises avariées, le distillateur ne doit pas s'y aventurer, surtout quand il travaille par le malt. Il n'en serait

Digitized by Google

pas de même dans la saccharification par les acides où les germes mauvais sont forcément détruits par les opérations de la saccharification à haute température et en présence d'une quantité considérable d'acide.

CUISEURS DE MATIÈRES PREMIÈRES

La cuisson des pommes de terre se faisait autrefois dans une cuve en bois, dans laquelle on faisait arriver un courant de vapeur. Aujourd'hui, ce procédé est complètement abandonné et remplacé par la cuisson sous pression. Les cuiseurs sont nombreux; mais, actuellement, ils présentent tous une grande analogie de formes.

Les uns sont formés par un cylindre horizontal, comme le laveur Hollefreund, dont ils dérivent.

Dans cet appareil, les pommes de terre sont soumises à une température de 2,5 à 3 atmosphères.

Un agitateur permet de mettre les tubercules en mouvement, lentement d'abord, puis rapidement.

L'ancien appareil Bohm n'en diffère que par le moyen employé pour refroidir l'empois. Hollefreund utilise le vide; Bohm, un agitateur creux parcouru par un courant d'eau froide. On emploie également l'exhausteur décrit précédemment (p. 56) et représenté dans tous les appareils suivants (fig. 53, 56).

Le plus grand nombre des appareils modernes ont pour type le cuiseur système Henze, de Eckert (fig. 42), qui est formé d'un cylindre vertical terminé par un tronc de cône à sa partie inférieure.

Ils se composent d'un trou d'homme pour l'introduction des pommes de terre, de plusieurs robinets de vapeur, d'un robinet pour l'écoulement de l'eau de condensation d'un tube de sortie pour l'empois.

Il n'y a pas d'agitateur.

Les cuiseurs Venuleth (fig. 43), Hallstrom (fig. 44), système Henze, de Kyll (fig. 45) sont du même type.

Dans le cuiseur Leinhaas, le cylindre est diminué beaucoup de hauteur et le cône inférieur est très développé.

Dans le cuiseur Paucksch (fig. 46), le cylindre est complètement supprimé et l'appareil se borne à un cône élancé.

Les cuiseurs peuvent se monter en batteries (fig. 47), pour ne pas entraver la rapidité du travail.

Cette disposition est, en outre, plus économique, parce qu'elle permet une plus parfaite utilisation de la vapeur, le travail étant

Digitized by Google

continu, et l'empois cuit à une pression plus grande est moins exposé à être brûlé.

Ces mêmes appareils peuvent être disposés pour la cuisson des grains du maïs.

Tous ces appareils diffèrent peu les uns des autres; la distribution de la vapeur se fait de plusieurs façons.

Les premiers cuiseurs ne recevaient de la vapeur que vers le

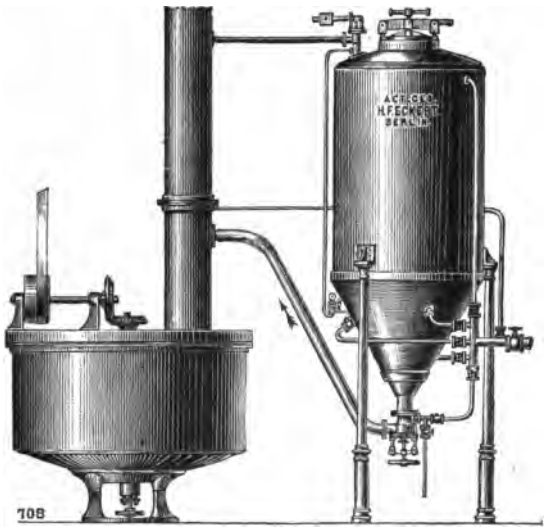


Fig. 42. — Étuve à haute pression, système Henze (H.-F. Eckert).

milieu du cuiseur; puis, plus tard, une deuxième entrée fut pratiquée vers le bas. Mais cela ne suffit pas pour maintenir les grains en mouvement. On la fait arriver par un distributeur horizontal à six ou huit branches que la vapeur met en mouvement en s'échappant (Avenarius).

D'autres font arriver la vapeur par des orifices placés en spirale dans le cuiseur (Bohm, Delbrück).

Leinhaas la fait arriver par un serpentin percé de trous dont les directions s'entre-croisent.

Bien que la vapeur, en dilatant et ramollissant les cellules, les brise facilement, pour assurer la réduction de la matière en

Digitized by Google

fine bouillie, on prend encore des précautions ; on fait traverser la matière cuite à travers un robinet dont l'orifice est formé par des arêtes vives qui déchirent les cellules.

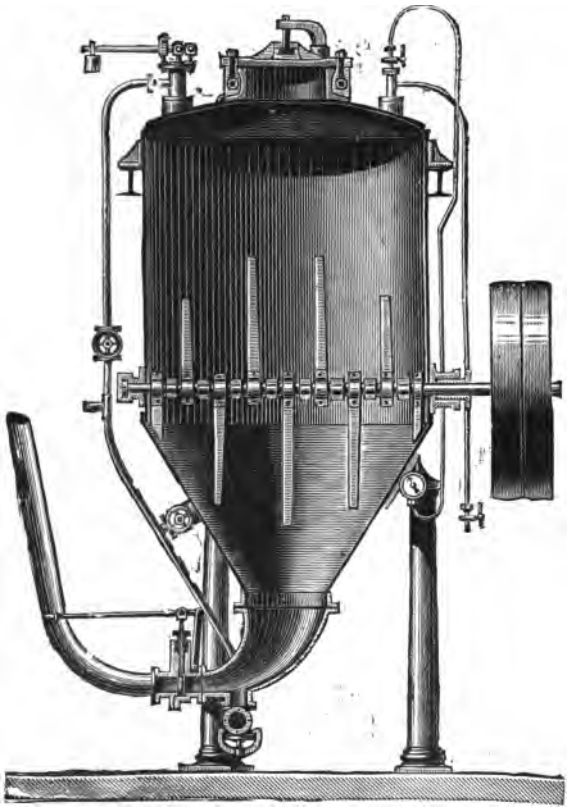


Fig. 43. — Cuiseur à haute pression (Venuleth et Ellenberger).

Dans d'autres appareils, le robinet est remplacé par une vanne, mais toujours à arêtes vives; l'ouverture est fermée par deux obturateurs formés de couteaux disposés en forme de grille (Reimann).

Digitized by Google

Leinhaas ferme l'orifice inférieur du cuiseur avec deux grilles superposées : l'une est mobile et donne des ouvertures de 1 à 10 millimètres. Pendant la cuisson, la vapeur arrive au-dessous de cette grille. La deuxième grille est placée au-dessous.

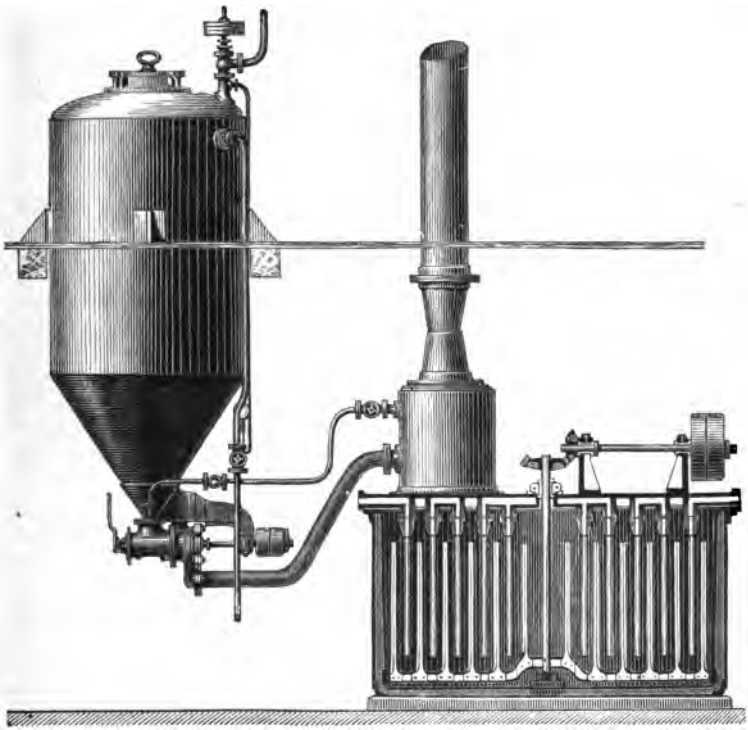


Fig. 44. — Cuiseur (F. Hallstrom).

Chaque constructeur a sa disposition spéciale; nous ne pouvons les passer toutes en revue. Le but cherché est de présenter de nombreux obstacles à la matière qui sort du cuiseur poussée par la pression de la vapeur.

Digitized by Google

Fig. 45. — Cuiseur vertical, système Henze (P. Kyll).

Digitized by Google

MACÉRATEURS ET RÉFRIGÉRANTS.

Les matières, bien divisées et refroidies à la température convenable par les divers moyens que nous avons indiqués, sont alors mêlés avec le moût et introduits dans la cuve matière, où on se contentait, autrefois, de bien agiter; mais malgré cette agitation, les cellules de pommes de terre n'étaient pas assez bien divisées et la saccharification incomplète. De plus, les pommes de terre malades se désagrègent mal. C'est pourquoi

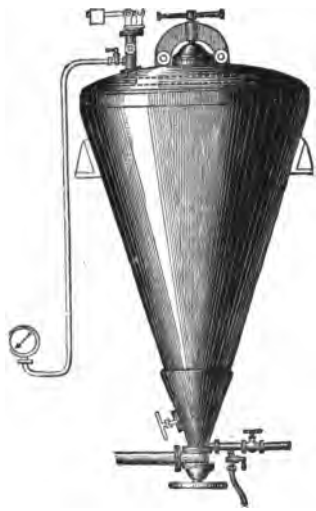


Fig. 46. — Cuiseur à haute pression de H. Paucksch.

on adapte aux cuiseurs des dépeleurs ou d'autres appareils analogues qui broient et mélangent intimement les matières introduites dans le macérateur.

Le macérateur Venuleth et Elbenberger (fig. 48) est formé par une cuve ovale. Sur l'un des côtés se trouve le broyeur, dans un compartiment qui occupe les 2/3 de la longueur. Il est formé d'un tambour cannelé qui tourne sur une plaque cannelée et très rapprochée. Les cannelures sont disposées en sens inverse,

Digitized by Google

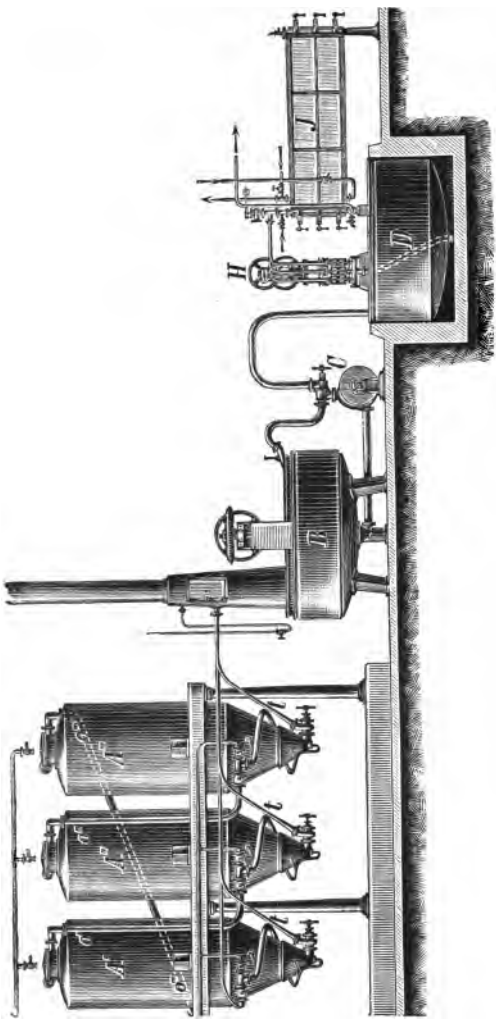


Fig. 47. — Installation de cuiseurs à travail continu (P. Kyll).

A' A'' A''', cuiseurs; B, saccharificateur; C, dépeleur malaxeur; D, bassin intermédiaire; H, pompe alimentaire; J, réfrigérant tubulaire; N, réservoir jaugé à eau; O O' O'' O''', tuyauterie des vapeurs indirectes; P, tuyauterie de la vapeur fraîche; T, tuyauterie de vidange.

Digitized by Google

et le tambour peut être retourné quand les tailles sont émoussées; elles s'aiguisent, et il peut être retourné de nouveau. La

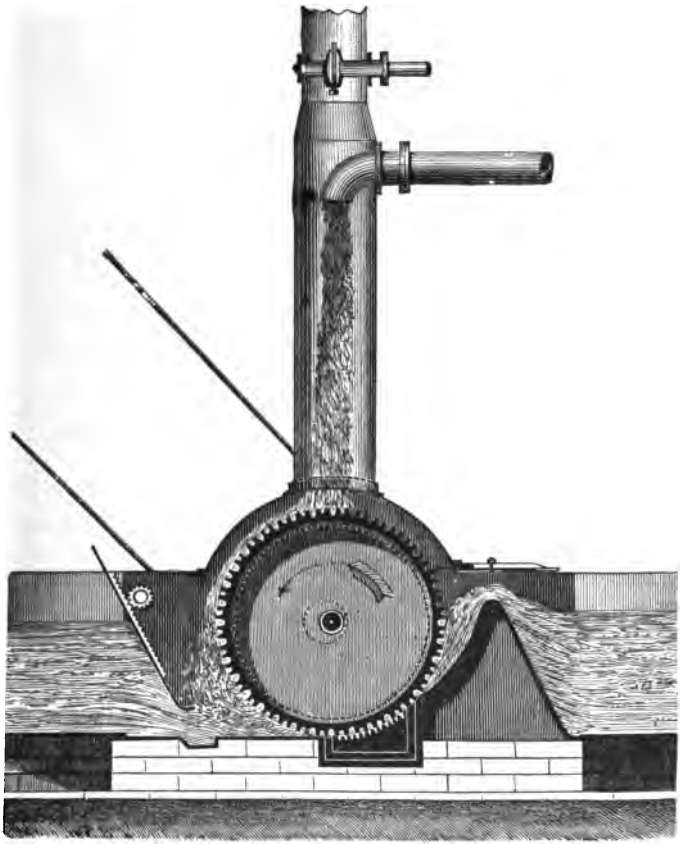


Fig. 48. — Macérateur Venuleth et Ellenberger.

plaque inférieure peut être facilement remplacée. Une vanne règle l'arrivée du moût, ce qui diminue la dépense de force motrice.

Digitized by Google

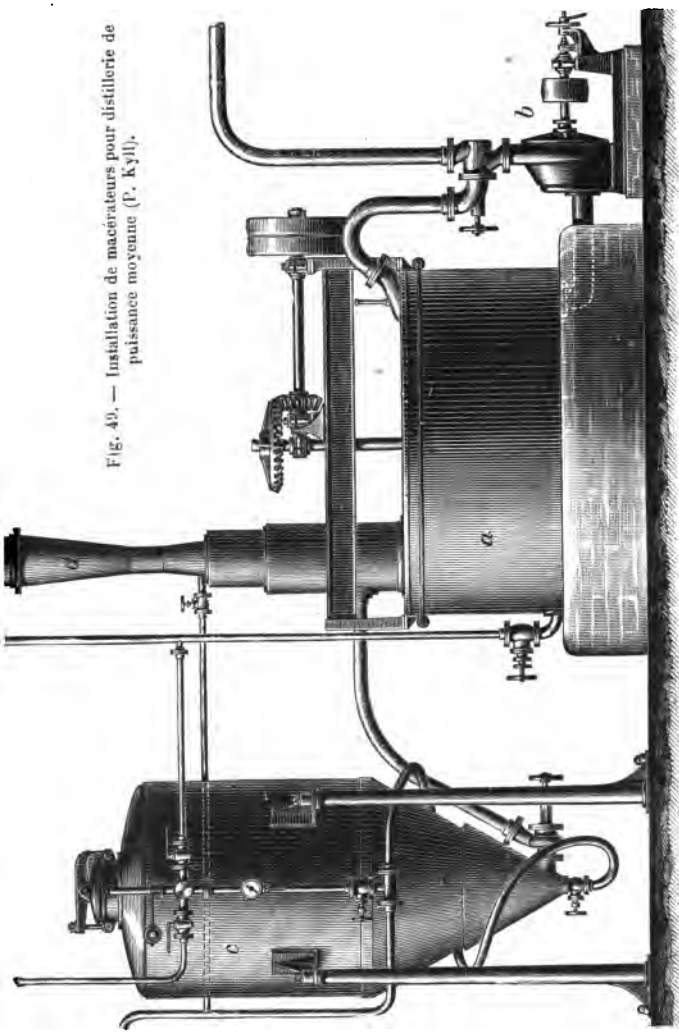


Fig. 49. — Installation de macérateurs pour distillerie de puissance moyenne (P. Kyll).

Digitized by Google

Le moût s'écoule par une soupape et l'eau sort vers l'excavation qui sert à retenir les pierres.

Dans le broyeur dépeleur de Bohm (fig. 49 et 50), construit par

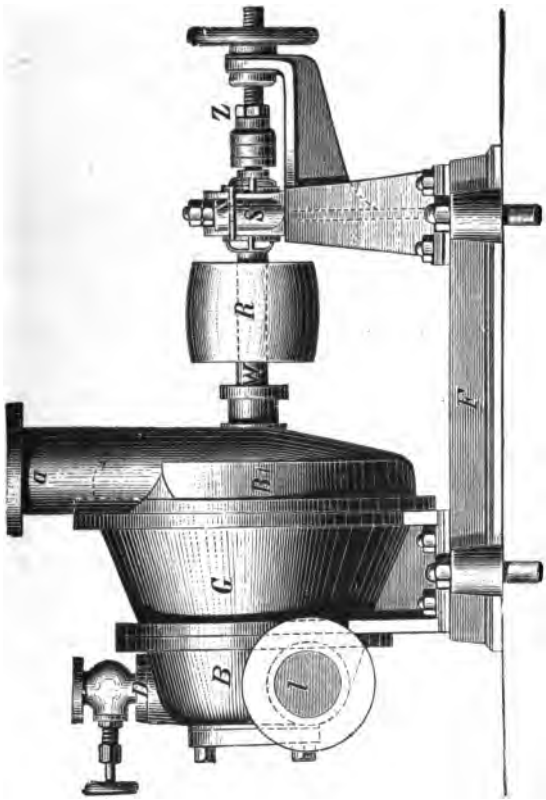


Fig. 50. — Dépeleur malaxeur à pompe centrifuge (Brevet Bohm) (P. Kyll).

la maison Kyll, le broyeur est placé en dehors du macérateur. Il sert à la fois de pompe centrifuge et de broyeur. Ce broyeur est en communication avec le macérateur par une valve; il aspire le moût au bas du macérateur et le rejette broyé

Digitized by Google

par le haut. Cette disposition est bonne et très économique.

Le macérateur Paucksch diffère complètement des autres. Il

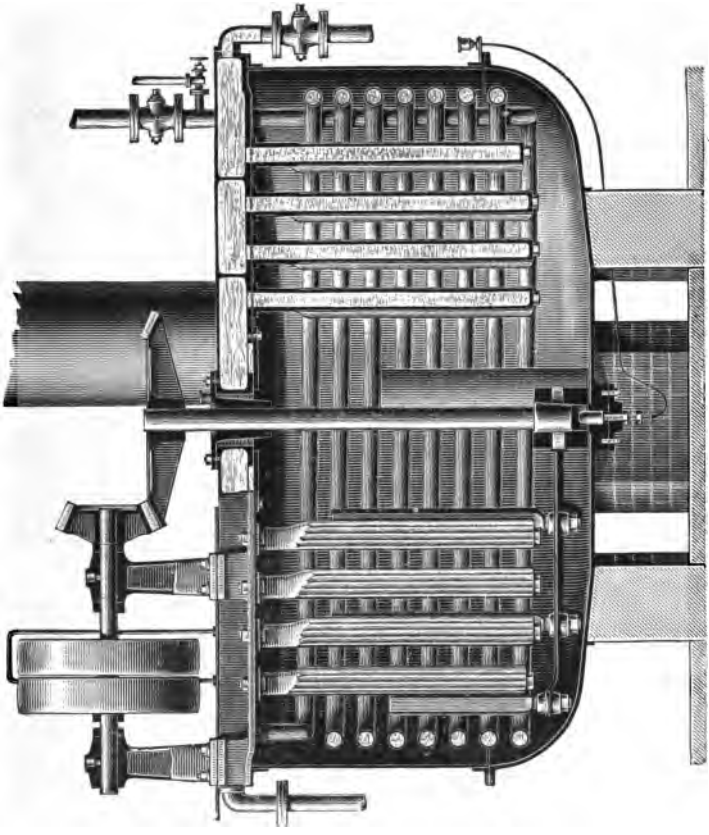


Fig. 51. — Macérateur réfrigérant avec remueur à évolvents et refroidissement combiné à l'aide d'un serpentin et de poches réfrigérantes à côtes (H. Paucksch).

se compose d'un vase à fond arrondi. Au fond se trouve le broyeur formé d'une meule qui tourne sur une plaque de fond fixe. La meule porte des ailettes qui amènent le moût au centre

Digitized by Google

de la meule où il est broyé et ressort par la circonférence. Les petits appareils sont munis d'une double enveloppe pour refroidir le moût (fig. 51 et 52).

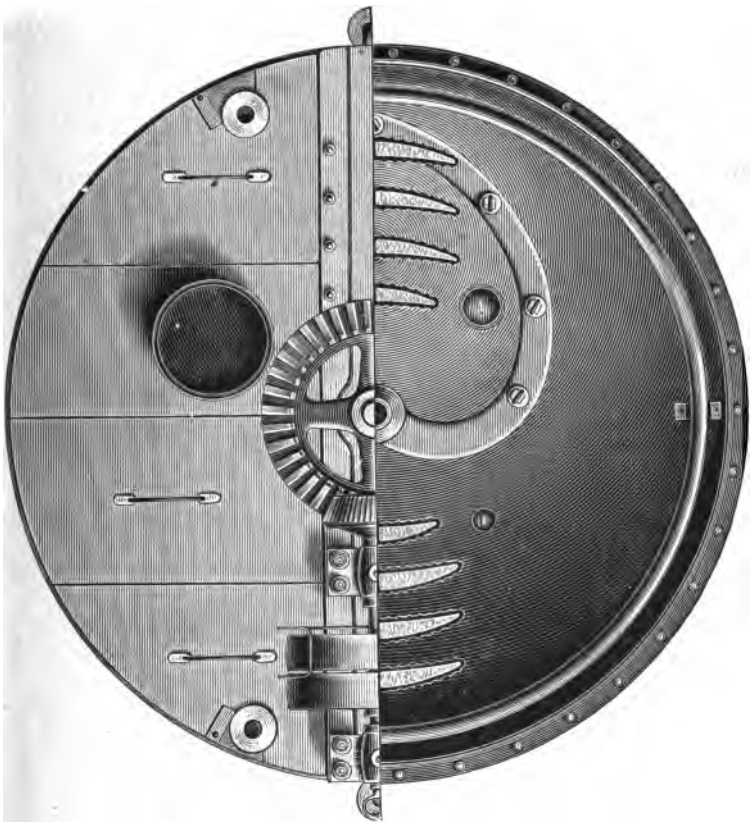


Fig. 52. — Macérateur réfrigérant avec remueur à évolvents. — Détail (H. Paucksch).

L'appareil Lwowski fait le broyage dans la cuve à saccharifier ; il emploie une meule centrifuge tournant sur une plaque de fond. Le moût entre par le centre et sort par une ouverture latérale.

Digitized by Google

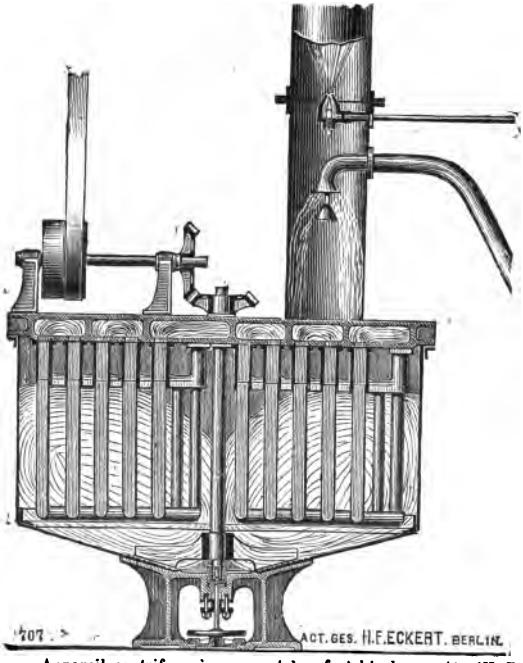


Fig. 53. — Appareil centrifuge à sucrer et à rafraichir les moûts (H.-F. Eckert).

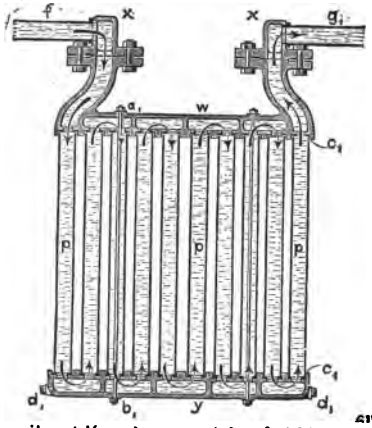


Fig. 54. — Appareil centrifuge à sucrer et à rafraichir les moûts (H.-F. Eckert).

Digitized by Google

L'appareil de Camin Neumann est analogue.

Le broyeur Otto Heutschel est analogue à celui de Paucksch, mais l'empois, projeté obliquement par le broyeur, retombe dans le fond et pris par une vis sans fin qui le remonte dans le broyeur. Il en résulte une vive agitation. Un serpentin permet une circulation d'eau pour refroidir le moût.

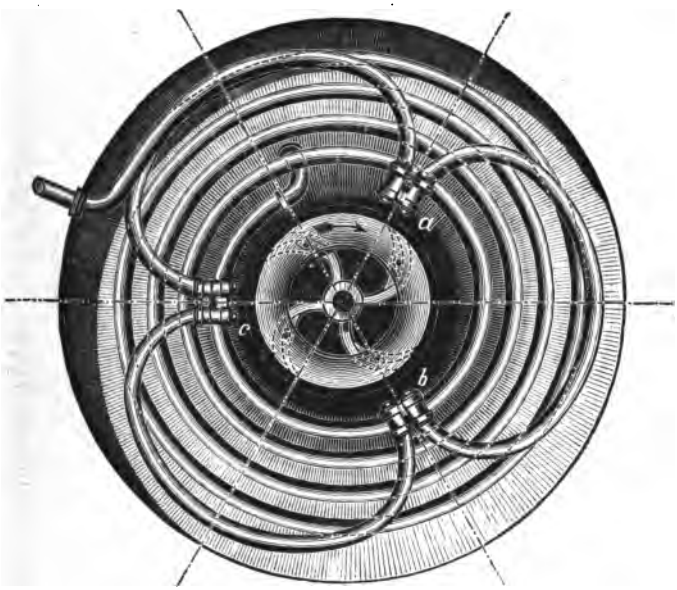


Fig. 55. — Macérateur (F. Hallstrom).

Le broyeur Eckert (fig. 53 et 54), et celui de Paulman sont aussi semblables aux précédents.

En même temps que les macérateurs sont pour la plupart munis de broyeurs coniques, ou à meules plates, ils contiennent encore un appareil réfrigérant (fig. 51 et 52), pour amener le plus rapidement possible les moûts à la température de fermentation; en outre, des exhausteurs sont adaptés aux cuiseurs.

Digitized by Google

Ces réfrigérants sont de diverse nature : les uns sont formés par un serpentin enroulé dans la cuve et dans lequel circule l'eau; les autres, par une série de tubes creux traversés par un

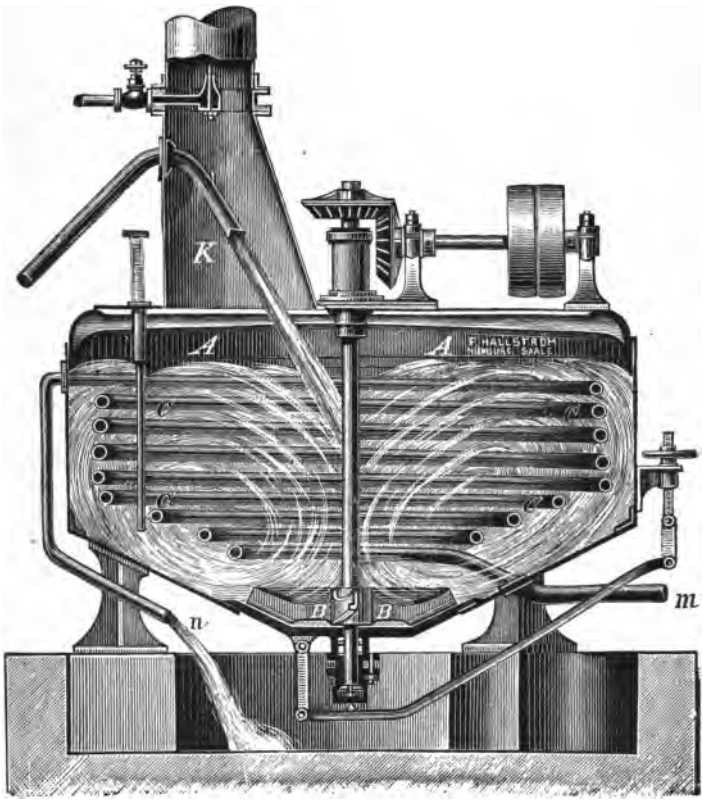


Fig. 56. — Macérateur (F. Hallstrom).

tcourant d'eau qui tournent dans la cuve et servent en même temps d'agitateurs.

Le macérateur est entouré d'un double fond dans lequel

Digitized by Google

arrive de l'eau qui circule ou est projetée contre la paroi de la cuve, comme on le voit dans les divers macérateurs figurés ci-dessus (fig. 53, 54, 55, 56, 57).

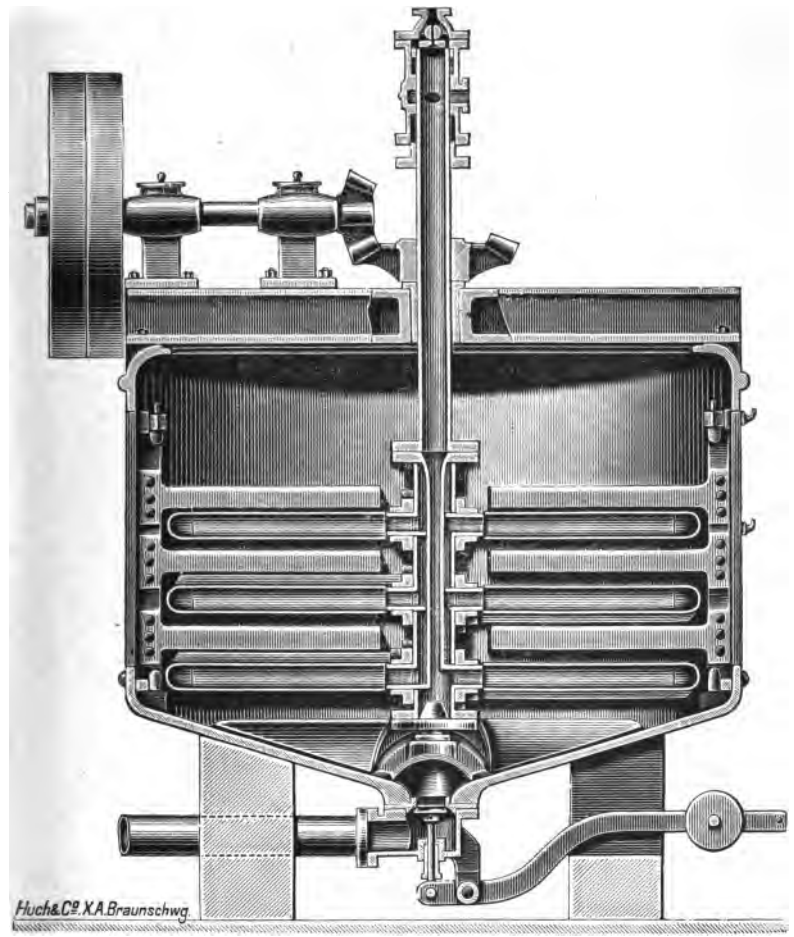


Fig. 57. — Appareil de macération et de réfrigération à fond conique (E. Leinhaas).

Digitized by Google

Le macérateur Hallstrom (fig. 55, 56), et le macérateur Leinhaas (fig. 57) sont construits de même.

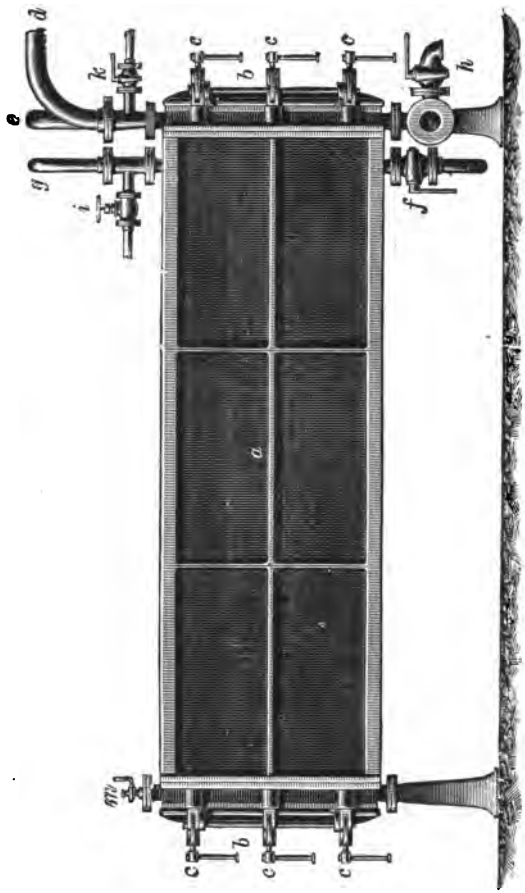


Fig. 58. — Réfrigérant tubulaire (P. Kyll).

Enfin, plusieurs constructeurs font des réfrigérants indépendants des macérateurs, notamment les réfrigérants Kyll : l'un tubulaire (fig. 58, 59), l'autre en serpentin (fig. 60).

Digitized by Google

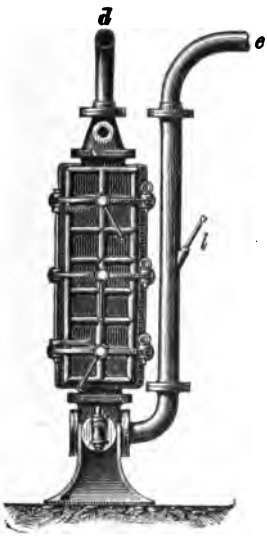


Fig. 59. — Réfrigérant tubulaire (P. Kyll).

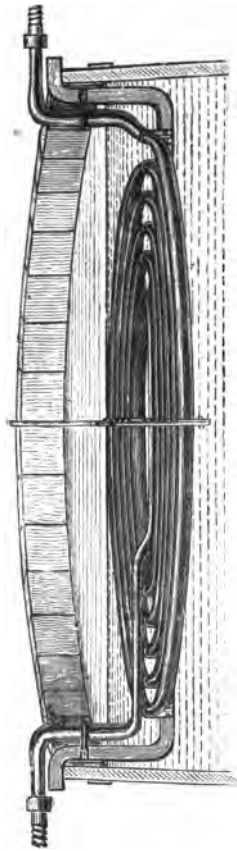


Fig. 60. — Serpentin réfrigérant (P. Kyll).

Digitized by Google

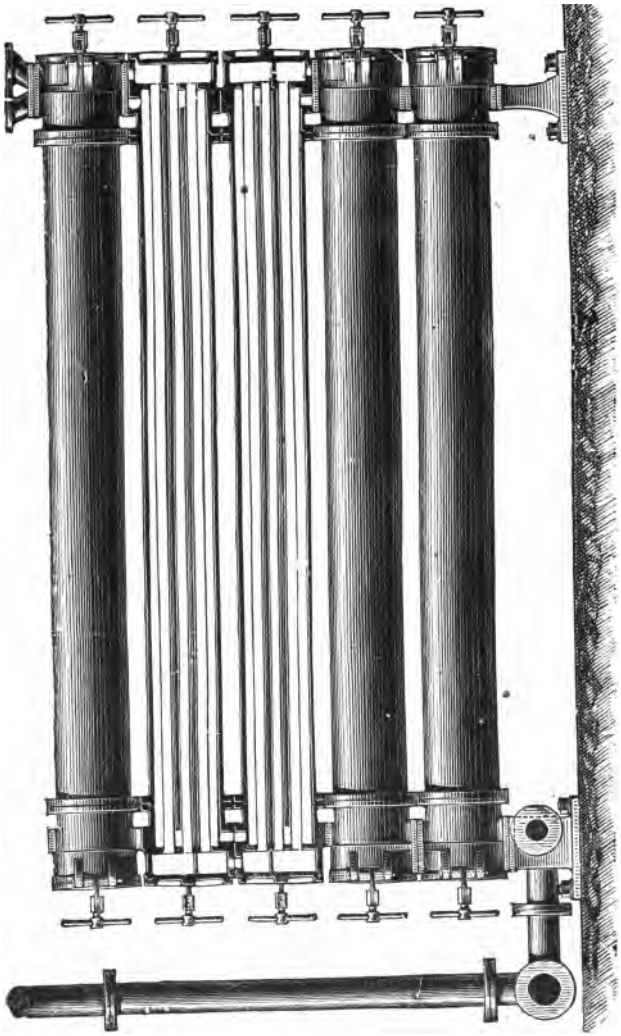


Fig. 61. — Réfrigérant tubulaire (H. Paucksch).

Digitized by Google

Le réfrigérant Paucksch (fig. 61, 62) est également tubulaire et d'un nettoyage facile.

Il se compose d'étages séparés, dont le nombre dépend de l'importance de l'usine et de la température de l'eau. Le nettoyage est commode : on fait couler un peu d'eau pour entraîner les vinasses; puis on achève de nettoyer les tubes en passant dans chacun une tringle, et on fait couler de nouveau de l'eau pour entraîner le moût chassé par la tringle.

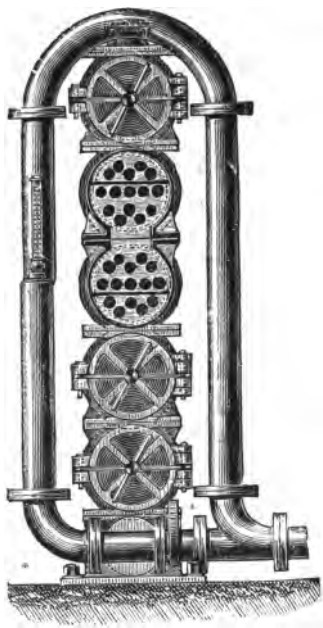


Fig. 62. — Réfrigérant tubulaire (H. Paucksch).

Le réfrigérant Eckert (fig. 63) se compose d'un bassin horizontal dans lequel tourne un serpentin fixé sur un axe.

La cuve ne doit être remplie qu'à moitié, de sorte que le serpentin se refroidit au contact du courant d'air froid produit par un exhausteur ; ce qui diminue la consommation d'eau.

Digitized by Google

Les appareils pour le travail des grains, et surtout du maïs, ne diffèrent pas en principe de ceux que nous venons de décrire.

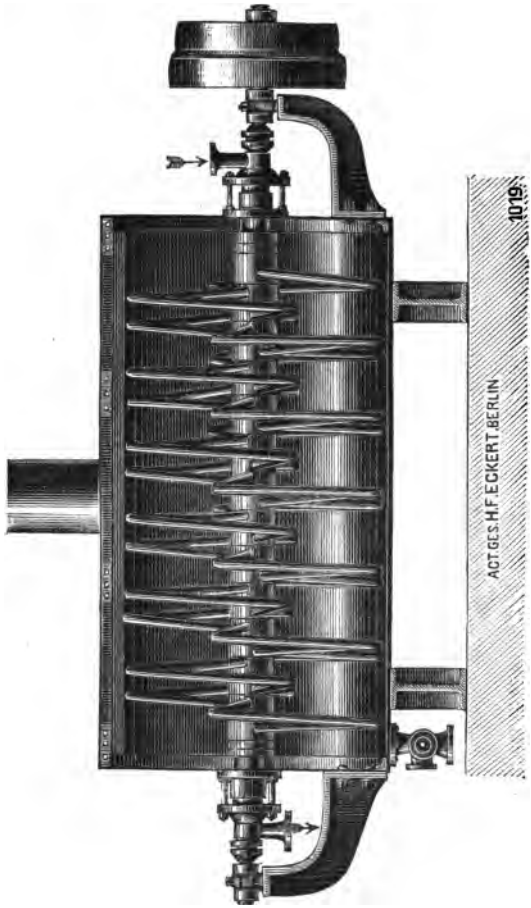


Fig. 63. — Appareil horizontal à malaxer et rafraîchir les moûts (Eckert).

Quelques modifications spéciales permettent l'emploi des mêmes appareils pour cet objet.

Digitized by Google

DEUXIÈME PARTIE.

SACCHARIFICATION PAR LES ACIDES.

CHAPITRE Ier. — GÉNÉRALITÉS.

La saccharification par les acides traite les mêmes matières que la saccharification par le malt. Elle est appelée à disparaître, ce que montre, du reste, l'examen historique de la question. C'est une question de prix de revient. Dans la saccharification par les acides, l'alcool supporte seul les frais de fabrication, les drèches n'ayant aucune valeur ou à peu près. Au contraire, dans la fabrication par le malt, les drèches et, dans un certain nombre d'usines, la levure ont, comme l'alcool, une valeur considérable et peuvent couvrir seules tous les frais de la fabrication.

Aussi la fabrication par les acides disparaît tous les jours et, en Allemagne, en particulier, elle n'existe plus.

Nous étudierons cependant cette fabrication qui existe encore en France où elle permet de traiter certaines matières non saccharifiables par les diastases, par exemple les topinambours et les bois, le jour où leur traitement se développera.

La préférence accordée au traitement par les acides par les industriels qui emploient ce procédé tient à la rapidité, à l'économie et surtout à la simplicité de la réaction.

Digitized by Google

La saccharification par les acides dépend de la durée accordée à la réaction, de l'acide et de sa quantité et de la quantité de chaleur fournie à l'opération.

Ces trois facteurs dépendent les uns des autres, et la plus ou moins grande quantité de l'un deux fait varier la quantité des deux autres en sens inverse.

Durée de l'opération. — Elle dépend des autres facteurs ; mais toutefois nous voulons faire ici une observation : la durée des saccharifications par les acides nous paraît être très exagérée. Il est inutile, en effet, pour la fermentation, de conduire la saccharification jusqu'à la transformation complète en glucose à la condition d'ajouter un peu de diastase au moût de fermentation. Nous pensons qu'il y aurait avantage à opérer ainsi. Il suffirait de faire malter une très petite portion du grain.

Cuves. — Les cuves de saccharification doivent être solidement établies pour éviter toutes les chances de ruptures, qui donneraient lieu à des accidents graves.

Le barboteur de vapeur doit être contourné en spirale au fond de la cuve et percé d'un grand nombre de trous disposés sur les quatre arêtes de deux plans perpendiculaires passant par l'axe. La surface totale des trous doit être trois fois plus grande que la section du barboteur. On obtient ainsi une agitation continuelle de la matière solide. On peut arriver au même résultat avec un agitateur mécanique.

On verse d'abord l'eau et l'acide, on porte à l'ébullition et on ajoute alors peu à peu les grains moulus, en ayant soin de s'assurer de temps en temps si tout reste bien en suspension. Le chargement doit durer une heure ; on continue une forte ébullition encore pendant une heure, puis une douce ébullition jusqu'à la fin de la saccharification, c'est-à-dire dix à douze heures. On essaie, s'il y a encore de la dextrine, comme nous l'avons indiqué.

Nature des acides. — La nature de l'acide employé a un grand intérêt.

Sous le rapport du prix, l'acide sulfurique est le plus avantageux, parce qu'on en met moins et il coûte moins cher ; de plus, il exige moins de carbonate de chaux pour sa neutralisation.

Digitized by Google

Le sulfate de chaux est en grande partie précipité et reste dans les drèches. Il faut dix à douze heures pour saccharifier avec l'acide sulfurique, et douze à quatorze avec l'acide chlorhydrique. Mais si on utilise les drèches, l'acide chlorhydrique est préféré, parce que le chlorure de calcium soluble reste dans les vinasses, et il ne forme pas d'incrustations dans les cuves et sur les tuyaux de vapeur. D'autre part, l'acide chlorhydrique étant volatil, l'acidité diminue pendant la cuisson et la transformation est toujours incomplète.

Dans la cuisson sous pression, l'acide chlorhydrique n'a pas cet inconvénient, puisque le vase est clos.

Au lieu de carbonate de chaux, on peut employer le carbonate de soude avec l'acide chlorhydrique, si on veut utiliser les vinasses avec les drèches pour l'alimentation du bétail, le chlorure de sodium étant accepté avec plaisir par les animaux. Mais avec l'acide sulfurique, il faut toujours employer la saturation calcaire, parce que le sulfate de soude est un purgatif violent. Ces deux acides donnent des *moûts* très colorés. Nous avons montré dans notre premier volume, p. 257 181, que l'acide nitrique agissait mieux et plus vite sur l'amidon; il y aurait peut-être intérêt à essayer cet acide industriellement.

Ses avantages sont de saccharifier très nettement et beaucoup plus vite, de donner des liqueurs bien moins colorées; d'introduire un acide qui, par saturation, donnerait un sel très favorable au développement de la levure et à la fermentation.

Dans nos expériences, qui n'étaient pas faites dans un but industriel, l'acide nitrique nous a donné de meilleurs résultats que les autres; son action est plus rapide pour arriver à faire du glucose. L'acide, à 10 pour 100, a donné le glucose en une heure au plus à la pression ordinaire. Il est probable que, sous pression, on pourrait réduire beaucoup la durée de l'opération ou la quantité d'acide. La liqueur n'est colorée qu'en jaune paille, au lieu d'être jaune brun, comme avec les autres acides.

Dans la cuisson sans pression, il faudrait naturellement éviter les métaux qui sont attaqués par cet acide. Dans la cuisson à l'air libre, le bois serait préférable à tous les métaux. Dans la cuisson sous pression, l'usage de cet acide serait difficile, au moins avec les appareils actuels; mais l'opération ne durant qu'une heure, il n'est pas nécessaire de l'abréger en employant la pression. On peut saccharifier même les grains entiers.

Digitized by Google

Les acides tartrique, oxalique, citrique, acétique, de même que les acides phosphorique et fluorhydrique, saccharifient très mal ou pas; le plus souvent ils s'arrêtent à la dextrine.

CHAPITRE II.

SACCHARIFICATION PAR LES ACIDES.

La saccharification par les acides peut se faire aussi par deux procédés : à l'air libre et sous pression.

Saccharification à l'air libre. — Le grain est nettoyé et moulu; puis on l'introduit dans une cuve contenant de l'eau acidulée à l'ébullition; on la chauffe avec un barboteur qui amène la vapeur. On emploie généralement les proportions suivantes :

Céréales	25k
Acide sulfurique	1,250
ou de préférence acide chlorhydrique . .	2,500

Les acides sont dilués d'abord dans la quantité d'eau nécessaire pour parfaire 1 hectolitre. On fait bouillir de huit à douze heures. Si on fait bouillir longtemps, la transformation en glucose est plus complète; mais une partie du glucose formé est décomposée en proportion notable. Au lieu d'obtenir un rendement à peu près théorique, M. Durin a constaté qu'il se forme des matières sucrées non fermentescibles et qu'on n'obtient pas de meilleur rendement qu'avec le malt.

On neutralise l'acide par le carbonate de chaux et on met en fermentation.

Le moût neutralisé, on l'envoie directement aux cuves de fermentation, ou bien on sépare les drèches et on fait fermenter le liquide seulement. Le moût est délayé dans une cuve spéciale et pressé de nouveau. Le liquide est réuni au premier ou bien peut servir à un autre traitement.

Digitized by Google

La dimension des cuves varie avec l'importance de l'usine. Dans une cuve de 80 hectolitres, on peut saccharifier 2.000 kilogrammes de maïs.

Quand la transformation est obtenue complète, on sature l'acide sulfurique par du carbonate de chaux (blanc de Meudon), de façon à laisser une légère acidité de 0,8 d'acide sulfurique par litre. Pour atteindre ce résultat sans essai, il faudra mettre 1 kg. 180 de carbonate pour 1 kg. 250 d'acide sulfurique ou 1 kg. 500 pour 2 kg. 500 d'acide chlorhydrique.

On filtre les moûts et on ajoute assez d'eau pour avoir un liquide d'une densité de 1,035 à 20° centigrades.

Saccharification sous pression. — En opérant sous pression, on peut réduire la quantité d'acide et la durée de l'opération.

Les cuiseurs sont en cuivre. On opère à l'abri de l'air avec l'acide chlorhydrique qui, dans ces conditions, n'attaque pas le cuivre. Dans un cuiseur de 1 mètre cube et demi, on met 600 litres d'eau, 16 kilogrammes d'acide chlorhydrique ; puis on ouvre le robinet de vapeur, on charge en même temps par le trou d'homme 360 kilogrammes de maïs concassé, on ferme le trou d'homme en laissant ouvert le robinet purgeur pour la sortie de l'air, on le ferme ensuite et on monte jusqu'à 3 atmosphères. La pression redescend à 2 atmosphères et demie et on ramène de temps en temps la pression à 3 atmosphères. Après environ une heure de chauffe, on ouvre le robinet de vidange sans diminuer la pression; le liquide se rend dans la cuve où on neutralise l'acide, comme nous l'avons vu.

Les autres grains sont plus faciles à saccharifier que le maïs et se traitent de la même manière.

Divers industriels ont étudié les procédés de saccharification et apportés quelques modifications plus ou moins importantes : nous allons en signaler quelques-uns.

Procédé Jules Simian. — M. Jules Simian fait tremper le maïs vingt-quatre heures avec de l'eau chaude jusqu'à ce qu'il ait absorbé 30 à 40 pour 100 d'eau de plus; à 75° ou 80°, il faut douze heures. On le retire de l'eau et on l'essore; on le broie entre des cylindres et on le fait bouillir jusqu'à formation complète d'empois, soit à l'air libre, soit sous pression ; on saccharifie alors, soit par les acides, soit par le malt.

Traitement des pommes de terre. — On les râpe et on les dé-

Digitized by Google

laie dans l'eau du macérateur. Après dépôt, on décante l'eau et on ajoute 1 kg. 500 d'acide sulfurique dans 8 litres d'eau pour 100 kilogrammes de pomme de terre. On fait bouillir pendant quatre ou cinq heures. On neutralise l'acide en excès par un lait de chaux. On laisse déposer, on décante, pour séparer le sulfate de chaux; on lave le dépôt une fois avec un peu d'eau, puis les liquides décantés sont refroidis à 20° et envoyés à la fermentation. Ce procédé est très défectueux et ne présente aucun avantage sur le procédé par le malt.

Traitement des grains entiers. Procédé Schuster (brevet allemand). — On emploie, par 100 kilogrammes de grains, 200 litres d'eau additionnés de 650 à 700 centimètres cubes d'acide sulfurique. Après une trempe de soixante heures au plus, les grains s'écrasent facilement. On les introduit dans une cuve à saccharifier munie d'un broyeur, et on chauffe à 50°. La transformation en sucre est aussi rapide, dit l'auteur, que par les procédés sous pression.

Traitement des grains. Procédé Billet. — L'auteur a eu pour but de faire des tourteaux utilisables pour la nourriture des animaux et de la levure en fermentant en moûts clairs.

Il traite les grains sous pression avec 5 pour 100 d'acide chlorhydrique pendant seulement vingt-cinq minutes; la saccharification n'est que partielle, on la complète par cuisson à l'air libre dans des cuves en bois. On neutralise par la chaux ou le carbonate de chaux ou de soude, de façon à laisser 1 gr. 90 d'acide sulfurique monohydraté par litre. Cette quantité d'acide facilite la séparation de toutes les matières en suspension par le filtre presse; on filtre, on lave les tourteaux; on presse de nouveau, une ou deux fois; les tourteaux peuvent alors servir à l'alimentation.

Les moûts clairs sont réunis et amenés à la densité 1,040, refroidis à 15° ou 20°. L'acidité doit être de 0,75 d'acide monohydraté par litre, on peut alors les faire fermenter.

Saccharification directe de l'amidon contenu dans les cellules végétales par Bondonneau et Foret (1). — Les auteurs, au lieu de broyer ou de moudre les grains, ce qui a l'inconvénient de permettre à l'acide d'attaquer certaines substances autres que l'a-

(1) *Comptes rendus*, 1887, t. V, p. 617.

Digitized by Google

midon qui souillent et colorent les liqueurs et diminuent la valeur des résidus, traitent directement les matières dans leur état naturel par l'eau acidulée à 1 ou 2 pour 100 et à la température de 90°-100°. L'amidon est ainsi saccharifié dans la cellule et le glucose formé se diffuse à travers les membranes cellulaires.

Nous avons essayé l'acide nitrique sur le maïs et les autres grains; l'opération est plus lente qu'avec les farines, mais elle marche bien, avec ou sans trempage préalable des grains.

CHAPITRE III.

TRAITEMENT DES TOPINAMBOURS.

Nous avons vu qu'il serait probablement possible de traiter dans l'avenir les topinambours par un ferment diastasique, l'inulase; mais jusqu'à présent c'est par l'eau ou les acides que l'industrie utilise cette plante pour la production de l'alcool.

Le topinambour (1) contient, comme matières saccharifiables, de l'inuline, de la lévuline et du lévulose. L'inuline se transforme en lévulose, et la lévuline en glucose et lévulose, soit sous l'influence de l'eau à l'ébullition ou même sous pression, soit sous l'influence des acides, soit sous l'influence d'un ferment diastasique, l'inulase. De plus, l'inuline est presque insoluble dans l'eau froide et soluble dans l'eau chaude.

Les constructeurs pour distillerie crurent d'abord devoir le traiter comme la betterave, mais ils n'obtinrent évidemment que de mauvais résultats.

Le jus de topinambours ne contenait presque pas d'inuline, puisqu'elle est insoluble dans l'eau froide, et le peu qui est dissous ne fermente pas directement. On fut obligé d'avoir recours à l'action de l'eau chaude ou des acides qui permit d'atteindre un résultat favorable. Les procédés sont nombreux; nous indiquerons les principaux :

Lavage. — Le lavage est très important et la forme irrégulière des tubercules augmente la difficulté. Il ne faut pas laisser de terre après les tubercules; cette terre émousserait les couteaux des coupe-racines et saturerait une partie de l'acide. Les moûts pourraient ne plus être assez acides et donner lieu

(1) Voir Guichard, *Traité de distillerie*, vol. I, p. 379.

Digitized by Google

à des fermentations vicieuses ; il faut, pour les mêmes raisons, détacher les pierres qui peuvent se trouver emprisonnées.

La nature des terrains a une grande influence sur la difficulté du lavage.

L'eau peut être mise à déposer dans des bassins et servir de nouveau au lavage, si elle est rare.

Traitement des moûts de topinambours. Procédé Reboux. — Le moût ou le jus sont chauffés dans un récipient par une injection d'air chaud, d'abord à l'air libre jusqu'à l'ébullition; puis, si l'on veut, sous pression. Pour cela, on ferme le récipient et on continue l'arrivée de l'air chaud et comprimé en faisant marcher l'agitateur. La température et la pression s'établissent ainsi sans introduction de vapeur, sans dilution des jus.

Traitement par l'acide sulfureux. Procédé Champy. — Dans ce procédé, on fait intervenir l'acide sulfureux dans le traitement du topinambour en cossettes ou des jus. L'acide sulfureux clarifie, décolore les jus et saccharifie les glucosides.

On se sert du mélange d'acide carbonique et d'acide sulfureux qui se produit directement par le charbon et l'acide sulfurique. Ce mélange donne le maximum de rendement; on pourrait remplacer l'acide carbonique par l'azote, mais sans avantages.

On opère comme dans le procédé précédent; puis, quand la saccharification est terminée, on chauffe à la vapeur pour chasser l'acide sulfureux. On presse les résidus, et les jus, qui ne sont pas plus acides qu'il ne faut, sont mis en fermentation.

Saccharification sous pression. Procédé Gautier. — On opère, soit sur les cossettes et les pulpes, soit sur les jus obtenus par les presses. Les presses continues permettent de produire des jus très riches et les pulpes sont privées d'acide et, par suite, excellentes.

On cuit dans le saccharificateur sous pression de vapeur. Ce sont les cossettes cuites directement qui donnent le plus fort rendement, ce qui doit être.

D'autres procédés ont été indiqués, mais tous donnent des résultats analogues.

Procédé de MM. Fritsche et Guillemin par macération et saccharification ou découpage. — Le découpage en cossettes doit être surveillé avec soin à cause de l'irrégularité des tubercules qui rend l'opération plus délicate.

Macération. — Les cossettes, placées dans une batterie de macérateurs, sont traités par la vinasse chaude provenant d'une

Digitized by Google

opération précédente, comme nous le dirons pour la betterave; mais à cause de l'insolubilité de l'inuline, il faut réchauffer la vinasse entre chaque macérateur, pour qu'elle reste jusqu'au bout à la même température (85°).

Il ne faut pas chauffer directement les macérateurs, ce qui cuirait les cossettes et ferait de la bouillie qui serait d'un traitement difficile.

On envoie alors la vinasse dans la cuve à saccharifier.

Saccharification. — La cuve est munie d'un barboteur de vapeur pour réchauffer les jus et d'un serpentin à eau froide pour refroidir à 22° avant la fermentation.

On ajoute de 2 gr. 25 à 2 gr. 40 d'acide sulfurique par litre; on corrige l'acidité par addition d'eau ou d'acide, et non par neutralisation. On chauffe à l'ébullition une heure. Une hotte avec un tirage énergique, placée au-dessus de la cuve, enlève certains produits volatils qui ne se trouveront pas dans les flegmes. On refroidit et on envoie à la fermentation.

Procédé Kyll par le malt vert. — On peut par le même procédé traiter ensemb e ou séparément le maïs et le topinambour, suivant les besoins de l'usine.

On cuit séparément le maïs dans un petit cuiseur, et le topinambour dans un cuiseur plus grand : 15 kilogrammes de grains pour 100 kilogrammes de topinambours.

La cuisson du topinambour demande une heure et demie environ. On réunit les liquides dans la cuve à saccharifier avec le malt, comme pour les matières amylacées.

Le travail avec le maïs donne des drèches plus solides et préférées par les animaux.

CHAPITRE IV.

SACCHARIFICATION DU BOIS ET DE MATIÈRES DIVERSES.

Article 1er. — Saccharification du bois.

La saccharification du bois est généralement faite comme industrie accessoire de celle de la pâte de papier de bois.

On traite, dans une cuve par de l'eau acidulée au 1/10e par l'acide chlorhydrique, le bois de pin ou de sapin coupé en minces ron-

Digitized by Google

delettes, 80 hectolitres d'eau pour 2.000 kilogrammes de bois.

On fait bouillir par la vapeur pendant douze heures, on retire le liquide, on sature l'acide en excès par le carbonate de chaux et on fait fermenter. Le bois est réduit en pâte de papier. On saccharifie par ce moyen 20 pour 100 environ de bois employé. Ainsi que nous l'avons dit, dans ce procédé, on saccharifie, non la cellulose, comme on l'a cru d'abord, mais les produits mannosiques et xylosiques du bois.

Cette industrie n'a aucun intérêt pour le distillateur, car elle ne peut être pratiquée que dans les fabriques de pâte de papier.

On peut diminuer et même supprimer l'acide en opérant sous pression. On augmenterait le rendement, en opérant avec des bois durs; avec le chêne, nous avons obtenu plus du double dans des opérations non industrielles.

Saccharification de la cellulose. — On peut cependant saccharifier complètement la cellulose, mais non avec les acides étendus; il faut employer les acides concentrés, suivant le procédé de Braconnot(1). D'après les expériences de Braconnot, 20 gr. 4 de chiffons donnent 23,3 de matière sucrée (glucose).

L'expérience de Braconnot faite sur des chiffons réussit très bien avec la cellulose ou la sciure de bois.

Mais Braconnot n'avait pas en vue la fabrication de l'alcool, mais celle du sucre; ce qui fait qu'il prolongeait l'ébullition très longtemps, après avoir étendu l'acide d'une grande quantité d'eau. Pour la distillation, il n'en est pas de même; il suffit de traiter à froid la cellulose par l'acide, puis d'étendre d'eau et de faire bouillir quelques instants, pour obtenir, non du glucose pur, mais un mélange contenant du glucose et des dextrines, ce qui suffit pour la distillerie, à la condition d'ajouter dans le moût une petite quantité de malt en même temps que la levure.

Dans les pays où le bois est abondant, il serait certainement possible de le traiter par ce procédé.

On pourrait aussi traiter ainsi toutes les matières cellulosiques actuellement jetées ou abandonnées.

Article 2. — Appareils pour la saccharification par les acides.

Pour la saccharification des grains par les acides, on bannit

(1) Voir Guichard, *Traité de distillerie*, t. I, p. 386.

Digitized by Google

la fonte et le fer. Toutes les parties qui sont en contact avec l'acide sont en cuivre ou en bronze.

Leinhaas construit un saccharificateur du système Colani et Krüger (fig. 64), horizontal et à agitateur.

L'appareil Warein et Defrance de Lille (fig. 65) est cylindrique et horizontal; la pression est de 3 atmosphères : un agitateur maintient le maïs en mouvement.

Ces appareils peuvent aussi se construire dans la forme verticale, avec la disposition cylindrique ou conique.

Article 3. — Saccharification de matières diverses.

Un grand nombre d'autres matières pourraient être traitées par les mêmes procédés : les uns, par saccharification par les procédés précédents; les autres, par fermentation par les procédés que nous allons maintenant passer en revue (1).

La *racine de chicorée* contient environ 24 pour 100 de matières saccharigènes.

Les *marrons*, les *chataignes* et les *marrons d'Inde* contiennent trop de tannin. Le mieux est de les traiter mélangés avec d'autres matières.

Les *lupins* ont été essayés, mais ne rendent presque rien.

Les *pois* donnent beaucoup d'alcool, mais la fermentation est tumultueuse et les cuves débordent. Il est probable qu'il en serait de même des fèves et des haricots. C'est sans doute à cause de leur grande richesse en azote.

Le *sarrasin* a été conseillé surtout pour la fabrication de la levure avec de grandes éloges. Nous n'avons pas vu se produire d'aussi bons résultats.

Les tiges de *sorgho* et de *maïs* donnent un alcool de mauvais goût. M. Vilmorin conseille de faire cuire le jus avec des copeaux de bouleau jusqu'à réduction des 2/3 du volume.

Le *marc de pommes à cidre* donne de 3 à 4 pour 100 d'alcool d'un bon goût, d'après Larroque.

Les *fruits d'arbousier* donnent de 4 à 5 pour 100 d'alcool.

Les résidus des diverses industries, et notamment de l'amidon de pommes de terre, soit avec le malt, soit mieux avec les acides, donnent aussi de l'alcool.

La *racine de garance*, quand elle servait à la fabrication de

(1) Voir Guichard, *Traité de distillerie*, vol. I, p. 350 et 383.

Digitized by Google

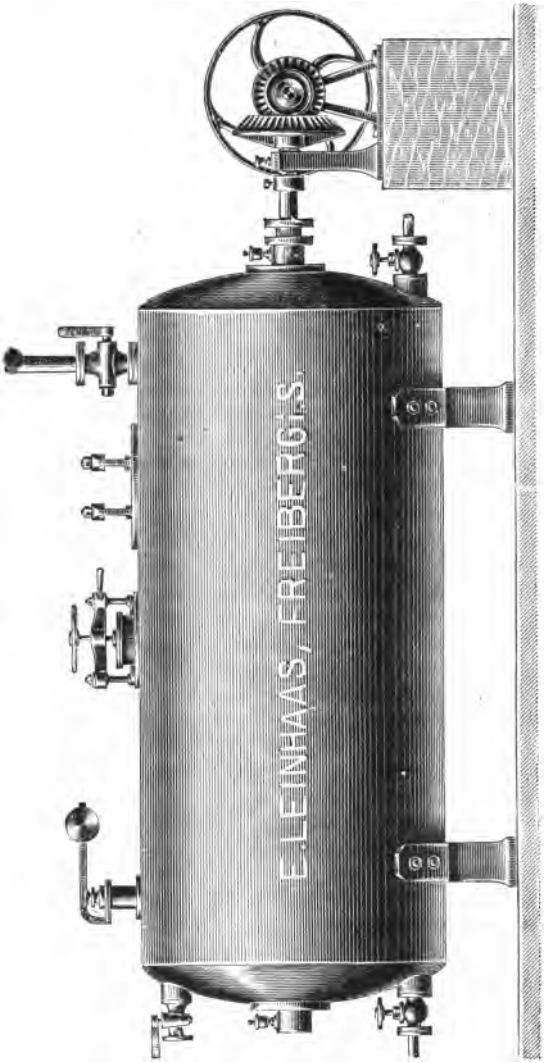


Fig. 64. — Macérateur saccharificateur à haute pression pour le procédé par acides (saccharificateur système Colani et Krüger) (E. Leinhaas).

Digitized by Google

l'alizarine, était d'abord traitée par l'eau, et le sucre mis en fermentation donnait un alcool qui n'est plus fabriqué depuis que l'alizarine se fabrique par synthèse.

Le *lichen des rennes* et les autres lichens donnent également par saccharification acide un alcool. Cent kilogrammes fournissent 25 litres d'alcool.

Les *melons*, après inversion, donnent, pour 30 kilogrammes de melons, 5 litres d'alcool.

Tableau de la quantité de sucre des diverses matières et de la quantité d'alcool produite

N. B. (Il n'y a pas toujours concordance entre les chiffres de sucre et d'alcool les déterminations n'étant pas toujours dues aux mêmes auteurs).

100 kilos de matieres ci-dessous	Sucre total	Saccharose	Glucose	Amidon	Litres d'alcool	Degré de l'alcool obtenu
Betterave de Silésie. .	»	9,2 à 13,3	0 à 4	0 à 2	4,50	90°
Carotte	»	7,43 à 9	1,5 à 2,3	2,60	4 à 5	90°
Topinambours . . .	»	»	14,80	3(inuline)	14	50°
Poires vertes	»	»	6,16	»	3,48	»
— blettes. . . .	»	»	8;77	»	4,74	»
— mûres	»	»	11,52	»	6,22	»
Pommes mûres . . .	»	»	11,00	»	5,95	»
— vertes . . .	»	»	4 à 5	»	2,04	»
— blettes. . .	»	»	7,95	»	4,29	»
Prunes mûres. . . .	24,91	»	»	»	9 à 11	»
— vertes. . . .	17,71	»	»	»	»	»
Pruneaux secs . . .	»	»	»	»	15 à 18	»
Cerises	18,12	»	8,77	»	9	»
— vertes	1,12	»	»	»	»	»
Merises	»	»	»	»	6 à 8	»
Nèfles	»	»	»	»	6 à 7	»
Cornouillers	»	»	»	»	3,50	70°
Figues mûres. . . .	»	»	»	»	9 à 11	50°
— sèches . . .	»	»	»	»	30 à 33	54°
— violettes . . .	11,55	»	»	»	»	»
— de barbarie. .	»	»	»	»	9 à 11	50°
Groseilles grappes . .	»	»	»	»	3,79	100°
— rouges . .	»	»	6,10	»	»	»
— blanches. .	»	»	6,40	»	»	»
— maquereau.	»	»	7,15	»	»	»
Mûres	»	»	9,9	»	10 à 15	50°
Baies de pomme de terre (20 hectolitres).	»	»	»	»	100	50°
Melons	»	»	»	»	12 à 13	»
Potirons	»	»	»	»	5 à 6	»
Citrouilles	»	»	»	»	3 à 4	»
Pastèques	»	»	»	»	7	»

Digitized by Google

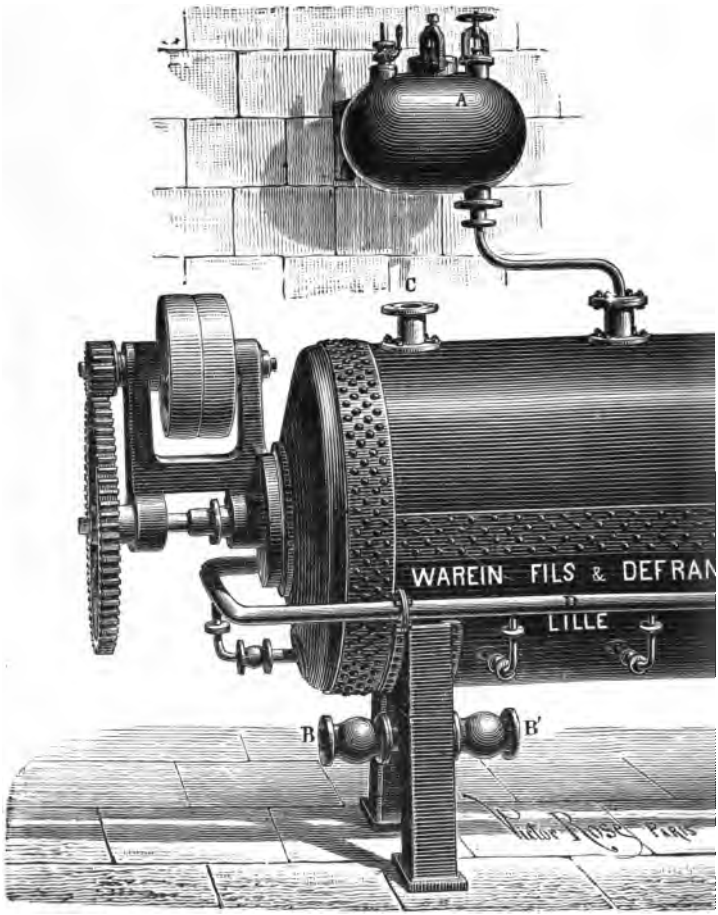
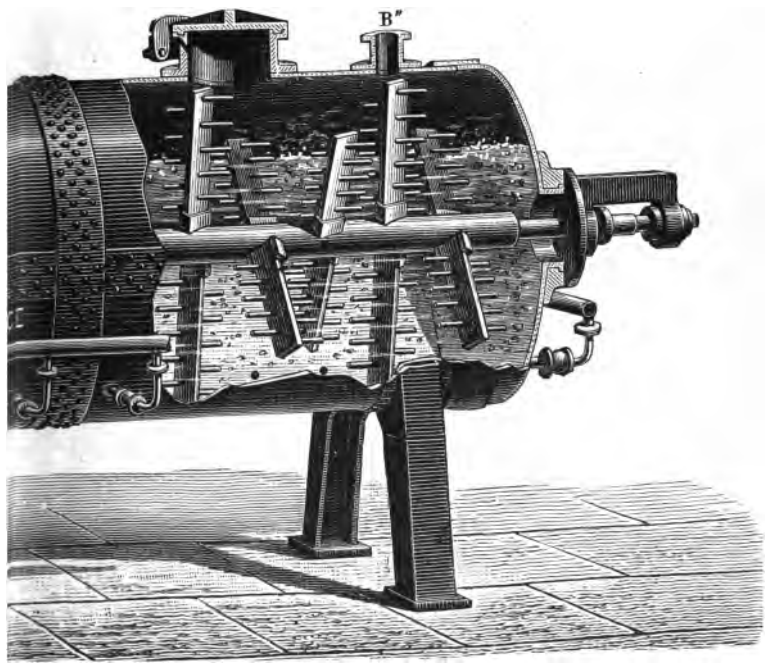


Fig. 65. — Cuiseur saccharificateur (proc

Digitized by Google



par les acides) (Warein fils et Defrance).

Digitized by Google

100 kilos de matières ci-dessous	Sucre total	Saccharose	Glucose	Amidon	Litres d'alcool	Degré de l'alcool obtenu
Concombres secs	48,30	»	»	»	»	»
Pêches mûres	16,48	»	»	»	»	»
— vertes	traces	»	»	»	»	»
Abricots verts	0,63	»	»	»	»	»
— mûrs	8 à 11,61	»	»	»	»	»
Prunes Reine Claude	5,55	»	»	»	»	»
— — Damas	»	»	6,26	»	»	»
Mirabelles	8,76	»	3,58 à 3,43	»	»	»
Framboises	7,20	»	4 à 5,22	»	»	»
Ronces	11,30	»	4,44	»	»	»
Fraises	13.30	»	5,73 à 4,98	»	»	»
Ananas	»	»	1,98	»	»	»
Airelles	»	»	5,78	»	»	»
Cerises bigarreaux	»	»	8,25	»	»	»
Raisins	8 à 40	»	»	»	»	»
— verts	1,60	»	»	»	»	»
— Fontainebleau	9,42	»	»	»	»	»
— conservés	16,50	»	»	»	»	»
— en serre	18,37	»	»	»	»	»
Poires rouges	»	»	7,45	»	»	»
— Saint-Germain	8,78	»	»	»	»	»
— Madeleine	7,84	»	»	»	»	»
Pommes reinet. grises	13,97	»	8,72	»	»	»
— d'Angleterre	7,64	»	5,45	»	»	»
Citrons	1,46	»	1,06	»	»	»
Oranges	8,57	»	4.26	»	»	»
Glucose ordinaire	»	»	»	»	42 à 44	90°
Miel	»	»	»	»	30 à 35	»
Panais	»	»	»	»	8 à 9	50°
Asphodèle	»	»	»	»	5 à 7	90°
Igname	»	»	»	»	8 à 15	50°
Manioc	»	»	»	»	18	50°
Cosses de pois	»	»	»	»	2,75	100°
Chataignes	»	14	6	28	24	90°
Marrons d'Inde	»	»	»	35,42	18	100°
Glands	»	»	7	36	12 à 15	100°
Fougères	»	»	»	»	3,50	100°
Pois	»	»	»	»	23,02	»
Navets doux et raves	»	9	»	»	2,5 à 4	90°
Tiges de sorgho	»	13,33	»	»	7	100°
— maïs sans fleurs	»	8 à 10	»	»	»	»
— millet	»	»	»	»	3 à 5	90
Paille froment	»	»	»	»	2	90
— orge	»	»	»	»	2,25	»
Chiendent	5	»	»	»	3 à 5	50
Baies de sureau	»	»	»	»	2 à 4	90
Dahlia	»	»	»	»	5,1	90
Fleurs de Mahwa (clochette)	»	1,04	42,03	»	»	»

Digitized by Google

LIVRE II.

FERMENTATION.

Tous les produits destinés à subir la fermentation sont ainsi que nous l'avons dit, des dissolutions de matières sucrées ou doivent être transformées en matières sucrées par des opérations préliminaires. Ce sont ces opérations préliminaires que nous venons d'étudier, dans le livre précédent, sous le titre de *saccharification*.

Tous nos produits sont donc maintenant des liquides fermentescibles. Nous allons passer en revue les divers procédés employés pour les transformer en solutions d'alcool, ainsi que les principaux appareils utilisés à cet effet.

Nous avons expliqué (1) que l'agent principal de ces fermentations est un végétal, la levure, pour qui les liquides sucrés sont un excellent terrain de culture où elle se développe avec rapidité et énergie, à la condition qu'on lui fournisse, outre cette matière sucrée, les matières azotées et les matières minérales qui entrent dans la constitution de ses cellules.

Notre étude se trouve donc nettement définie :

1° Préparation de l'agent de la fermentation et des éléments nutritifs qui lui sont nécessaires pour se développer, c'est-à-dire du *levain*;

2° Pratique de la *fermentation proprement dite* dans les diverses matières sucrés, c'est-à-dire *préparation et emploi du moût*.

(1) Guichard, *Traité de distillerie*, t. II, *Microbiologie du distillateur*.

Digitized by Google

PREMIÈRE PARTIE

FERMENTATION DES MATIÈRES AMYLACÉES.

CHAPITRE PREMIER.
PRÉPARATION DU LEVAIN OU LEVURE ARTIFICIELLE.

Article 1er. — Généralités.

La préparation du levain est très importante : c'est, en effet, le levain qui doit fournir en même temps la levure et les éléments nutritifs dont elle a besoin.

En examinant la composition de la levure, on voit que les éléments minéraux qui lui sont nécessaires sont surtout les phosphates et les sels de potasse ; les autres se trouvent en quantité suffisante dans les matières qui servent à faire les levains ; mais quelquefois les phosphates et la potasse sont en quantité insuffisante. Dans ce cas, il est bon d'ajouter du phosphate de potasse.

Les matières azotées sont nécessaires aussi, mais elles doivent être présentées sous une forme assimilable qui est probablement la forme de peptones, pour les produits azotés complexes, et celle de sels ammoniacaux, pour les produits simples. Toutefois, les matières azotées complexes sont plus facilement assimilées et mieux utilisées par la levure, bien que, comme nous l'avons vu, elle accepte parfaitement de vivre dans des liquides exclusivement formés de sels chimiques. La préparation du levain a été formulée à une époque où la nature de la levure était ignorée ou peu connue ; aussi est-elle tout à fait empirique, et c'est à peine si la lumière commence à se faire sur cette question, bien des points d'interrogation existant encore auxquels la théorie ne peut pas répondre.

Le levain est, en somme, un moût comme ceux que nous préparerons plus loin, mais un moût *très riche en matières nutri-*

Digitized by Google

tives, dans lequel on fera se développer la *levure mère*. Cette levure, trouvant auprès d'elle la nourriture en abondance, se développe et bourgeonne vigoureusement, acquérant ainsi une force qu'elle utilisera ensuite pour la fermentation suivante.

Un levain devra donc contenir :

Une grande quantité de matières sucrées : c'est l'orge maltée qui devra les fournir.

Une grande quantité de matières azotées sous la forme la plus assimilable : c'est au seigle qu'on demande cet élément. Nous savons, en effet, que le seigle contient une grande quantité de matières azotées solubles.

Quant aux éléments minéraux, ce sont les grains qui les apportent. On ne se préoccupe généralement pas assez de savoir si ces grains en contiennent une quantité suffisante; il y a peut-être dans cette recherche la cause de quelques insuccès et de certains accidents inexpliqués.

Article 2. — Saccharification du levain.

On délaie le malt broyé dans l'eau chaude, de façon à obtenir un mélange ayant la température de 65° à 68°. Ce mélange doit être très intime; on le fait soit à la main, soit avec les appareils malaxeurs qui servent à préparer le lait de malt. On doit choisir pour cette opération le plus beau malt, ou le laver avec de l'eau ou des liquides antiseptiques afin de détruire les ferments nuisibles.

La température élevée de 65° à 68° est, du reste, choisie pour tuer autant que possible (les spores, on le sait, résistent à une température bien plus élevée) ou au moins pour affaiblir les germes nuisibles et permettre ainsi à la levure de prendre une grande force avant qu'ils puissent lui nuire. Mais il ne faut pas dépasser 68°, car la diastase perdrait trop de sa force.

Dans les appareils à lait de malt, la saccharification doit durer un heure; dans le travail à la main, qui est préféré dans beaucoup d'usines, il faut couvrir la cuve à levain et laisser saccharifier deux heures.

En même temps que le malt, on a introduit peu à peu le seigle si on en fait usage, on doit doser le sucre, l'appareil de Balling est utilisé généralement dans ce but (1).

(1) Voir Guichard, *Traité de distillerie*, vol. II, p. 278.

Digitized by Google

Article 3. — Acidification.

On maintient la température à 50° autant que possible, en opérant dans une salle chaude ou chauffée, au besoin, en hiver; on découvre la cuve. L'air dépose à la surface du levain des ferments lactiques qui développent une fermentation lactique jusqu'ici reconnue indispensable pour une bonne fermentation; on laisse cette fermentation se développer pendant quatorze heures environ. Il ne faut pas que la température descende au-dessous de 50°; car, à 40°, se développent facilement les ferments butyriques éminemment nuisibles à la levure. Pendant cette opération le levain a pris un goût acidulé et agréable; l'acide butyrique donnerait une saveur rance. On doit du reste, doser la quantité d'acide, comme nous l'avons vu (1).

Article 4. — Ensemencement et récolte de la levure.

On refroidit rapidement à 17° ou 18°, au moyen d'un serpentin à eau froide ou avec de la glace. On ajoute alors la levure mère qui provient d'une opération précédente (ou une bonne levure du commerce au début de la fabrication). La levure entre immédiatement en fermentation, bourgeonne activement et est bonne à être employée au bout de dix heures. La température monte à 34° ou 35°.

L'essai au saccharimètre indique la marche de l'opération. Il marquait 15° au début; il marque 7° environ à la fin de l'opération ; on dit alors que la levure est mûre. On en prélève alors un 1/20e de son volume qui servira de levure mère pour un levain suivant. On le conserve dans des vases en cuivre plongés dans l'eau froide à 10° ou 12° ou mieux dans la glacière. On peut ainsi la conserver assez longtemps, d'une campagne à l'autre. Nous reviendrons sur cette question au livre III : *De la levure.*

On peut employer aussi comme levure mère la première levure de la cuve de fermentation choisie dans les cuves à fermentation bien énergique.

La levure est mûre avant le moment où elle cesse de bourgeonner; elle est encore apte à absorber des aliments et donner

(1) Voir Guichard, *Traité de distillerie*, vol. II, p. 285.

Digitized by Google

de nouvelles cellules. Si elle était trop jeune, elle n'aurait pas assez d'énergie reproductive. La levure mûre, c'est la levure adulte. Dans les levains, on la prélève quand le degré saccharométrique est tombé environ de moitié.

Étudions les différentes phases de la préparation du levain.

Article 5. — Influences diverses.

§ 1er. — Utilité de l'acide lactique.

C'est l'acidification qui paraît être la partie la plus importante de cette opération.

L'utilité de l'acide lactique, si elle est démontrée par les faits, n'est pas encore expliquée. Certains auteurs admettent que l'acide lactique a pour but de dissoudre la matière azotée ou de faciliter sa dissolution et sa transformation en peptone. D'autres, et c'est à cette opinion que se range Mœrcker, admettent que l'acide lactique a pour but de former un milieu plus favorable au développement de la levure et défavorable aux ferments nuisibles, surtout au ferment butyrique. Si on a employé un malt sain ou lavé avec soin, l'acidification peut être beaucoup diminuée.

D'après Werenskiold et Hayduck, 0,2 à 1 pour 100 d'acide lactique favorise le développement de la levure; un liquide neutre donne un développement beaucoup moindre.

Les acides volatils de la série grasse sont très nuisibles à la levure; l'acide butyrique, par exemple, dans la proportion de 0,5 pour 100, diminue beaucoup son bourgeonnement, et 0,1 pour 100 l'arrête complètement. Voici quelques chiffres :

Liquide sans acide butyrique, multiplication de la levure					10,3 p. 100
— avec	—	0,01	—	—	8,7
—	—	0,02	—	—	8,5
—	—	0,03	—	—	5,8
—	—	0,04	—	—	2,2
—	—	0,05	—	—	1,5
—	—	0,06	—	—	1,4
—	—	0,07	—	—	1,2
—	—	0,08	—	—	1,0
—	—	0,09	—	—	1,2

Digitized by Google

Avec l'acide acétique, le développement de la levure est arrêté par 0,6 pour 100; la fermentation, par 1 pour 100. L'acide lactique est bien moins nuisible; le bourgeonnement, gêné par 1,5 pour 100, est arrêté par 3,5 pour 100; la fermentation, gênée par 1,5 pour 100, est arrêtée par 4.5 pour 100. L'addition directe d'acide lactique dans les levains produit de bons effets, mais ne remplace pas absolument l'acidification par le ferment, sans doute, comme nous le verrons, parce que l'acidification par le ferment est plus lente, plus progressive, et donne le temps à la levure de s'acclimater à ces doses croissantes.

On a essayé également l'action des acides minéraux.

L'acide chlorhydrique gêne déjà la fermentation à 0,1 pour 100; il l'arrête à 0,5 pour 100. L'acide sulfurique concentré la gêne à 0,2 pour 100 et l'arrête à 0,7 pour 100.

L'acide phosphorique la gêne à 0,4 pour 100 et ne l'arrête pas encore complètement à 1,3 pour 100.

Le rôle de l'acidification des levains doit être envisagé à un double point de vue, et ces observations s'appliquent également au moût de fermentation que nous allons étudier un peu plus loin.

Quelle est l'influence des acides sur la diastase des levains? quelle est son influence sur la levure?

Il résulte des expérienees de M. Effront, qui a étudié cette question avec beaucoup de soin, que les doses des acides minéraux qui arrêtent les fermentations lactique et butyrique à 55° détruisent aussi la diastase, et il en est de même de l'acide fluorhydrique. Cela a peu d'importance; car, à cette température, les ferments nuisibles se développent difficilement et ne peuvent empêcher la diastase d'agir. Il n'en est plus de même dans la saccharification complémentaire à 30° environ, qui, dans l'industrie, complète la saccharification à 55°. A cette température, les ferments nuisibles se développent abondamment, et l'acide fluorhydrique, comme les autres acides, peuvent être utiles pour les combattre s'ils n'agissent pas sur la diastase. Or, c'est ce qui résulte des expériences de M. Effront; l'acide fluorhydrique a favorisé l'action de la diastase. La saccharification se fait d'autant mieux qu'il y a plus d'acide, ou, ce qui revient au même, qu'il y a moins de ferments lactique et butyrique. Avec 10 milligrammes d'acide fluorhydrique pour 100 d'amidon, on a eu, dans une saccharification de maïs, après trois jours de saccharification à 30°, pour 100 d'amidon, 86,79 de maltose et 13,21 de dextrine ; dans une autre expérience, on a eu 96 pour 100 de

Digitized by Google

maltose. Il en résulterait que la température la plus favorable à la saccharification ne paraît être de 60° environ qu'à cause des ferments nuisibles qui la gênent à une température inférieure; mais qu'elle est beaucoup plus basse à 30° environ, si on empêche le développement de ces ferments.

Quinze milligrammes d'acide fluorhydrique nuiraient à l'action de la diastase; mais il n'en est pas de même des fluorures de potassium et d'ammonium. Ces sels peuvent être ajoutés à la diastase dans la proportion de 120 milligrammes de fluorure de potassium et 100 milligrammes de fluorure d'ammonium.

Si l'acide fluorhydrique a une action favorable à la diastase, il n'en est pas de même pour la levure. L'acide fluorhydrique a une action funeste sur ce ferment. Mais les fluorures, au contraire, lui sont favorables; 5,5 milligrammes par litre de fluorure de potassium est la dose la plus favorable. Cette dose augmente l'activité de la levure, quand on agit sur une solution de sucre dans l'eau. Mais si on opère sur une solution riche en éléments nutritifs, la dose peut être beaucoup plus forte.

M. Effront a opéré sur une solution de sirop de maltose de la composition suivante :

Eau	25,25
Maltose	62,91
Dextrine	7,00
Calcium	0,63
Acide phosphorique	0,32
Matières albuminoïdes	2,87
Divers	1,03
	100,00

On amenait la solution à 20° Balling. Cinquante milligrammes de fluorure de potassium ont donné un rendement alcoolique de 9,4; tandis que le liquide témoin n'a donné que 7,1. Dix milligrammes d'acide fluorhydrique ont donné le même resultat. L'addition des fluorures permet de diminuer la quantité de levure sans perdre d'alcool.

Cela tient à ce que les fluorures favorisent le développement des cellules de levures jusqu'à la dose de 6 milligrammes par litre. La levure développée sous l'influence des fluorures n'a plus le même aspect; la dimension des cellules et leur transrence sont toutes différentes.

L'action des fluorures permet de réduire notablement la

Digitized by Google

quantité de malt nécessaire pour la saccharification. Aussi, en opérant sur le maïs, M. Effront a constaté qu'en diminuant la quantité de malt on diminuait le rendement en alcool ; mais que, en ajoutant des fluorures, on ramenait la production à son chiffre normal.

Voici les chiffres de M. Effront :

Trois kilogrammes de maïs ont été chauffés pendant une heure et demie à 3 atmosphères. On a laissé refroidir à 60°, et on a ajouté 420 grammes de malt sec. Après trois quarts d'heure, on a porté à 62° pendant quinze minutes, puis refroidi à 30°. On a partagé en deux parties qu'on a délayées pour faire 5 litres, et on a ajouté 20 grammes de levure dans chacune et dans l'une 20 milligrammes de fluorure d'ammonium. La même expérience a été refaite avec 3 kg. 200 de maïs et 241 grammes de malt, environ moitié moins.

On a obtenu les résultats suivants avec 14 pour 100 de malt :

Alcool.	57,02 pour le témoin
—	66,98 pour le liquide fluoruré.

Avec 75 pour 100 de malt, on a :

Alcool.	54,30 pour le témoin
—	66,07 pour le liquide fluoruré.

Comme nous l'avons dit plus haut, le maximum d'action de la diastase serait à 30° avec les fluorures ; il y avait donc lieu d'examiner ce qui arriverait en traitant le maïs à 30° par la diastase en présence de fluorures. Huit kilogrammes de maïs, traités comme précédemment, puis saccharifiés à 60° pendant heures, puis vingt minutes à 63°. Ensuite on a filtré et amené à 30° ; on a ajouté à une des portions 4 grammes de levure, à l'autre la même quantité de levure et 6 milligrammes de fluorure (fig. 66). On a obtenu :

Dans l'essai témoin	50,90 d'alcool
Dans l'essai fluoruré	56,66 —

Dans une saccharification semblable à 57°, on a eu :

Dans le liquide témoin.	48,58 d'alcool
Dans le liquide fluoruré.	59,46 —

La température de 62° n'est donc pas nécessaire. Enfin, M. Effront a fait une expérience où le maïs cuit était refroidi

Digitized by Google

à 30°, additionné d'infusion de malt, puis de levure, et une

Fig. 66. — Levure avec fluorure (Mœrcker).

Fig. 67. — Levure avec sulfite (Mœrcker).

portion de fluorure d'ammonium. On a obtenu, après trois jours de fermentation à 30°, sans saccharification préalable, dans le

Digitized by Google

liquide témoin alcool 41,74 pour 100 d'amidon, et dans le liquide fluoruré 63,26.

On peut donc faire fermenter au moyen des fluorures directement l'empois de céréales sans saccharification. C'est ce qu'a réalisé industriellement M. E. Sorel, qui a pu supprimer les levains et obtenir une fermentation complète.

Dans ces expériences, les moûts non fluorurés étaient beaucoup plus acides que les moûts fluorurés; mais la quantité d'acides des moûts normaux était bien inférieure à celle correspondant à la quantité d'amidon non utilisé Une partie de l'amidon seulement est donc transformé en acide; l'autre est consommée, suivant M. Effront, par des ferments inconnus que les fluorures détruisent.

Une partie de cet amidon est employée, sans doute, à constituer les tissus de ces ferments lactique et butyrique.

Cette faculté d'accommodation de la levure explique peut-être bien pourquoi la levure supporte plus volontiers l'acide lactique que les autres : c'est tout simplement parce qu'elle y est habituée par une longue suite de cultures dans cet acide. Toujours, en effet, les levains ont été faits avec l'acide de l'acidification lactique. Ces expériences sur l'acide fluorhydrique et les conséquences qui en résultent pour la théorie de l'acidification expliquent beaucoup des anomalies constatées dans la fabrication des levains, et nous pouvons conclure pour résumer cette question que *l'acidification a pour but de détruire les ferments nuisibles*, qu'*il faut habituer peu à peu la levure à l'acide qu'on veut employer*, que *l'acide fluorhydrique paraît propre à paralyser énergiquement les ferments nuisibles*, qu'*il serait possible de faire des levains même sans acide lactique, c'est-à-dire complètement stérilisés et d'acidifier avec un acide artificiel.*

Ce qui serait la vraie solution du problème.

La figure 67 montre une levure cultivée avec un sulfite. On voit qu'elle contient beaucoup plus de bactéries que la levure à l'acide fluorhydrique (fig. 66).

§ 2. — Accroissement de la levure.

Des recherches ont été faites sur l'augmentation du nombre des globules de levure, au moyen du compte-globules. Bien que cet instrument ne nous paraisse pas pouvoir donner des

Digitized by Google

chiffres certains, il permet de suivre à peu près la marche du bourgeonnement, et les résultats obtenus peuvent être utiles à la condition de ne pas les prendre comme trop absolus. Aussi nous nous contenterons de résumer les expériences sans donner les chiffres obtenus, d'après Hayduck, Tedersen, etc.

La levure n'augmente plus quand la fermentation principale est terminée.

La quantité de levure formée ne dépend pas de la quantité de sucre, mais elle dépend beaucoup de la quantité de levure ensemencée.

La quantité de sucre décomposée est en rapport avec la température de la fermentation, mais non avec la quantité de levure formée. La température a une grande influence sur l'accroissement de la levure : c'est à 28° que paraît se former le maximum de cellules. Il en est de même du temps nécessaire à la production de la levure : c'est à 28° également que la formation est la plus rapide. Il n'en est pas de même le second jour de la fermentation ; la température doit être plus basse. C'est à 13° que se forme la plus grande quantité de levure et aussi le plus rapidement. L'abaissement de la température ralentit donc la formation de la levure.

L'air a une influence favorable au développement de la levure ; la fermentation est plus complète, mais la force fermentative est plus grande quand on n'aère pas. Il suffit de couvrir le vase et, par suite, de diminuer l'arrivée de l'air pour voir augmenter la quantité de levure et diminuer sa force. Bien que ce fait ne soit pas absolument démontré, il semble prouver, par la pratique, que, pendant la fermentation des levains, il vaut mieux ne pas couvrir les cuves.

L'alcool formé a aussi une grande influence ; quand sa proportion atteint 5 pour 100, la levure ne se multiplie plus d'une manière appréciable.

La fermentation se fait aussi bien dans un levain dilué que dans un levain concentré ; mais il est plus avantageux d'opérer en levain concentré, parce que les ferments nuisibles se développent moins facilement. Il y a toujours du sucre et des aliments azotés en présence, et les moûts épais se refroidissent moins vite.

Les levains dilués doivent être travaillés à une température plus basse, pour que la fermentation soit moins rapide et que la levure ait plus longtemps du sucre en présence des aliments

Digitized by Google

azotés ; et ils doivent être plus acides, pour empêcher la reproduction des ferments.

§ 3. — Influence de la durée de la fermentation.

La durée de la fermentation du levain peut varier entre dix et quatorze heures. Une fermentation trop rapide peut donner une levure peu active, quoique la fermentation soit complète.

§ 4. — Fermentation spontanée du levain.

Quelquefois le levain entre en fermentation avant qu'on y ait ajouté la levure. Ce phénomène peut être dû à une introduction accidentelle de levure, soit par suite d'un nettoyage insuffisant des vases et autres instruments. Elle provient alors d'une fermentation antérieure et de cellules de levure étrangère introduites d'une façon quelconque. Il peut arriver aussi que ce soit une fermentation butyrique qui dégage de l'acide carbonique et de l'hydrogène. Cette fermentation butyrique peut se produire quand l'acidité est trop faible, par exemple au début d'une fabrication ou avec un levain trop dilué.

Les levains de seigle sont plus sujets à cette fermentation que les levains de malt pur. On attribue cette influence à la difficulté de bien mêler le seigle qui forme souvent des boules qui ne s'échauffent pas assez pour tuer le ferment butyrique. Ne serait-ce pas plutôt parce que le seigle, très riche en matières azotées, fournit au ferment butyrique, s'il se trouve là, un aliment abondant?

Le remède, c'est de chauffer les levains un peu plus pour être bien sûr de tuer tous les vibrions butyriques. La température de 65° à 68° pour la trempe et de 48° à 50° pour l'acidification paraît convenable.

§ 5. — Renforcement de la levure mère et du levain.

Au bout d'un certain temps, la levure mère devient paresseuse ; elle bourgeonne moins. L'usage, en pratique, est d'abandonner la levure et d'en prendre de nouvelle chez un confrère. Mais l'étude de la question a montré qu'il était préférable de la régénérer, car il n'est pas sûr que la levure du confrère sera meilleure.

On a proposé divers moyens, qui tous reviennent à fournir à la vieille levure du moût frais, soit de levain, soit de cuve, environ 1/3 de son volume.

Digitized by Google

D'après Stenglein, il convient de maintenir pendant cette opération une température élevée, pour que la fermentation soit très active. Il conseille d'employer 1/3 de la levure à régénérer, 2/3 de moût frais; on laisse fermenter quelque temps, puis on vide la cuve aux 2/3. On remplit avec du moût frais et on continue ainsi jusqu'au moment où la levure doit être employée.

Il nous semble que cette question doit être étudiée à nouveau. Il peut se présenter deux cas : ou bien la levure a perdu sa force de fermentation en partie, — alors les procédés ci-dessus nous paraissent conformes aux indications de la théorie; il faut fournir à la levure une nourriture abondante; — ou bien, la levure a perdu sa force germinative,— et alors il nous paraît que l'action de l'air doit être favorisée davantage. Il conviendrait, tout en suivant les conseils de Stenglein, d'augmenter davantage, par le renouvellement des surfaces, le contact de l'air et de la levure.

Heinzelmann conseille l'addition de 0,1 d'acide salicylique, pour paralyser les ferments nuisibles; l'emploi de l'acide fluorhydrique ou des fluorures à doses progressives nous paraîtrait plus convenable.

Quand on veut mettre en fermentation un moût concentré, il est avantageux de renforcer le levain afin d'introduire dans le moût un plus grand nombre de cellules. On ajoute alors au levain, avant de l'envoyer, une certaine quantité de moût sucré et un peu chaud, qui déterminera une abondante production de levure.

§ 6. — Influence du malt.

Lorsqu'on n'a pas pour but de faire un levain concentré, comme, par exemple, dans le cas de la distillerie ordinaire, on peut avec avantage remplacer le malt sec par le malt vert, plus actif et plus économique. Mais, pour la fabrication de la levure pressée, il est préférable d'employer le malt sec qui ne contient pas d'eau.

§ 7. — Production de la première levure.

Au début d'une fabrication, le premier levain est d'une préparation difficile au point de vue de l'acidification. On ajoute au levain 5 grammes d'acide sulfurique par litre ou 10 grammes

Digitized by Google

d'acides tartrique ou phosphorique. Nous avons vu employer aussi l'acide lactique, qui nous semble bien plus rationnel.

Riebe fait ajouter dans la première cuve du lait aigri, c'est-à-dire du ferment lactique, et ce premier levain, qu'on a laissé fermenter qnelque temps à 50°, est partagé entre les autres cuves à levain.

Il recommande ensuite de frotter le sol de l'atelier avec du lait aigri, de façon à remplir l'atmosphère de ferment lactique. Il faut surveiller, à notre avis, avec soin le développement de cette fermentation lactique, qui pourrait bien devenir butyrique rapidement, dans ces conditions. Nous préférons la culture à part du ferment lactique et son addition à la cuve de levain.

Article 6. — Atelier des levains.

La salle où se font les levains doit être claire, aérée, orientée au nord pour ne pas être trop chaude en été. Elle doit pouvoir être chauffée en hiver, de façon à ce que la température soit un peu élevée. L'atelier doit pouvoir être tenu dans un grand état de propreté ; aussi les prescriptions que nous avons indiquées à propos de la malterie sont encore plus indispensables que dans l'atelier de maltage.

Le matériel doit être aussi très soigneusement nettoyé, surtout après un accident de fermentation. On emploie, en général, la chaux, de même que pour badigeonner. Ce produit, dont la causticité disparaît rapidement dans les salles de distillerie à cause des torrents d'acide carbonique qui se dégagent continuellement, devrait être remplacé par les bisulfites.

Les cuves sont tronconiques en bois ou en bois doublé de cuivre. On leur donne généralement :

De 78 à 92 cent. de diamètre supérieur.
72 à 84 — — inférieur.
52 à 65 — hauteur.

Ces chiffres donnés par les auteurs n'ont rien d'absolu.

Digitized by Google

CHAPITRE II.

PRÉPARATION DES MOUTS ET FERMENTATION.

Article 1er. — Généralités.

Le levain préparé, il faut l'ajouter au moût que l'on veut faire fermenter, tous les deux étant amenés à la température convenable. Cette température varie suivant la concentration des moûts, la dimension des cuves, leur forme, la nature du moût et du levain, la température de la salle. Dans de bonnes conditions, il faut plutôt commencer à une basse température ce qui est favorable au développement de la levure, puis augmenter un peu à la fin de la fermentation. Les températures élevées sont favorables à la formation de l'alcool; il faut donc se tenir dans de bonnes limites. Delbrück recommande d'ajouter la levure dans la cuve à refroidir où elle se multiplie beaucoup à cause de la grande surface. On peut y ajouter encore un peu de moût chaud qui augmente encore la quantité de levure.

Les cuves de petites dimensions doivent être chauffées un peu plus, parce qu'elles offrent relativement plus de surface de refroidissement au contact de l'air. Les moûts de pommes de terre, donnant une fermentation tumultueuse, doivent être mis en fermentation à une plus basse température. Les grains, au contraire, peuvent être maintenus un peu plus chauds; les moûts dilués doivent être tenus aussi un peu plus chauds.

La température de la salle étant de 12° à 17°, les moûts de pommes de terre devront être de 19° à 20° pour des cuves de 15 hectolitres, de 18° à 19° pour des cuves de 20 hectolitres, de 15° à 17° pour des cuves de 30 hectolitres.

Il ne faut jamais dépasser 30°; la levure aussi bien que le rendement en alcool en souffre, soit en quantité, soit en qualité. La quantité de maltose qui reste non fermentée serait plus considérable. Il faut alors refroidir de façon que la température ne monte pas au-dessus de 29° pendant le premier jour. On peut à la fin laisser la température s'élever un peu et diminuer ensuite jusqu'à la fin.

Digitized by Google

Article 2. — Pratique de la fermentation.

La fermentation peut se diviser en trois périodes :

La période préliminaire de. .	24 heures environ	
— principale. . . .	18 —	—
— complémentaire .	18 —	—
Total. . .	60 heures environ	

§ 1er. — Fermentation préliminaire.

Quand on vient de mettre le moût en levure, le liquide reste calme, sans dégager d'acide carbonique d'une façon appréciable; la température ne s'élève pas. La levure, pendant ce temps, commence à bourgeonner abondamment, parce que l'oxygène est en abondance et la température basse. Puis l'acide carbonique commence à se dégager, surtout sur les bords. Cette période dure vingt-quatre heures environ pour des moûts de 20° Balling, et une température de 15° à 16° centigrades.

§ 2. — Fermentation principale.

L'acide carbonique se dégage de plus en plus abondamment, formant des taches écumeuses blanches de plus en plus grandes, soulevant la masse du moût et la rejetant du milieu sur les bords de la cuve. Pendant cette partie de l'opération, le maltose se dédouble en alcool et acide carbonique, et, à mesure que le maltose disparaît, la dextrine est transformée en maltose par la diastase du moût. La température s'élève en conséquence de la réaction chimique; il faut la modérer et ne pas atteindre 30°. Si on laissait trop s'échauffer le moût, la levure pourrait se fatiguer, s'épuiser; les matières azotées étant en quantité insuffisante dans le moût pour une réaction aussi énergique, la levure consommerait ses propres éléments et perdrait sa force fermentative : ce phénomène s'appelle l'*involution* de la levure ou *autophagie*. C'est seulement vers la fin de la fermentation principale, au moment de la fermentation complémentaire qu'il faut laisser monter la température.

§ 3. — Fermentation complémentaire.

Il n'y a plus à ce moment de quantités appréciables de maltose dans le moût. C'est la dextrine qui continue à se trans-

Digitized by Google

former et à fermenter. Aussi la fermentation devient plus calme; l'acide carbonique diminue, le niveau de la mousse baisse et la température diminue. Les phénomènes de diffusion qui font pénétrer le sucre dans les cellules se ralentissent aussi beaucoup, la différence de densité étant moins grande par suite de la décomposition de la plus grande partie du maltose. Il est donc utile de laisser s'élever la température, afin que la diastase agisse mieux, et que la diffusion se fasse mieux. Cette élévation de la température favorise aussi la production de l'alcool, par suite de l'involution de la levure. Ce phénomène d'enrichissement d'alcool par suite de l'involution n'est pas très bien expliqué; mais la pratique le constate. Peut-être peut-on admettre que, pendant la fermentation principale, la levure se gorge de sucre qu'elle décompose lorsque la température s'élevant lui permet de le décomposer plus activement.

Pendant l'hiver il peut y avoir intérêt à couvrir les cuves pour empêcher la diminution de la température, surtout à la fin de la fermentaton, mais, en général, cette précaution est inutile.

§ 4. — Conduite et marche de la fermentation dans ses différentes parties.

La fermentation préliminaire doit être active; le bourgeonnement doit être abondant, afin de prendre le pas et d'empêcher le développement des ferments nuisibles.

Pour atteindre ce résultat, il faut que le levain soit vigoureux et en quantité suffisante; il faut qu'il contienne de la levure en excès. Le moût et le levain doivent être aussi purs que possible de ferments nuisibles.

Le grand souci du distillateur doit donc être de combattre par tous les moyens possibles les germes nuisibles. On a proposé de ne laisser entrer dans les salles que de l'air pur : le problème est difficile à résoudre. Hansen faisait passer l'air sous une pluie fine d'eau salée; mais il est difficile de s'opposer à l'entrée libre de l'air extérieur. On obtiendrait certainement de bons effets en projetant dans les salles de fermentation, au moyen des ventilateurs, de l'air qui aurait traversé une salle sous une pluie antiseptique : l'eau salée nous semble insuffisante. La température doit être surveillée avec le plus grand soin, afin qu'elle ne puisse pas s'élever.

Digitized by Google
OF CALIFORNIA

Des expériences récentes (1) établissent que la fermentation dégage une notable quantité de chaleur. D'après l'équation de Gay-Lussac, cette quantité de chaleur serait de 71 calories ; d'après l'équation de Pasteur, 32,07 calories. Les chiffres de l'équation de Gay-Lussac, corrigés par M. Berthelot, deviennen, 33 calories. Enfin l'expérience au calorimètre de M. Berthelott a donné, pour du moût de raisin contenant 130 grammes de sucre par litre, et additionné de 6 grammes de phosphate d'ammoniaque et une levure pure, un chiffre encore plus faible (23,5 calories) Quoi qu'il en soit, il est facile de comprendre qu'il faudra commencer la fermentation à une basse température, afin d'empêcher la température de s'élever trop haut pendant la fermentation principale. Mais comme il serait utile d'avoir, au début, une température un peu forte pour mettre en train la fermentation et donner lieu à un abondant bourgeonnement, on se trouve entre deux écueils qu'il faut avoir soin d'éviter : ne pas commencer à un trop bas degré, pour que la fermentation soit active et que les ferments nuisibles ne puissent pas se développer ; ne pas commencer trop haut, pour ne pas atteindre, pendant le début de la fermentation principale, une température trop élevée nuisible à la levure.

On peut résoudre ce problème avec beaucoup d'attention ; mais il semble préférable d'employer, pour arriver à ce résultat, un des nombreux appareils refroidisseurs que les constructeurs fabriquent dans ce but. Avec ces instruments, on peut à volonté refroidir et chauffer le moût. L'appareil idéal serait l'appareil automatique, qui réglerait de lui-même la température aux points fixés d'avance par le distillateur. Le problème ne semble pas insoluble.

Cette question de règlement de la température nous paraît avoir une importance considérable, et c'est vers le règlement automatique que devraient se diriger les recherches des constructeurs.

Elle permettrait de faire fermenter, non seulement des moûts ordinaires, mais encore des moûts très épais, même sans grande surveillance.

Le tableau suivant résume, d'après Mœrcker, deux expériences comparatives de Werenskiold.

(1) A. Bouffard, *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 357.

Digitized by Google

	1re expérience		2e expérience	
	moût non refroidi	moût refroidi	moût non refroidi	moût refroidi
Degré Balling du moût . . .	20,40	20,30	20,90	20,90
— — du vin	0,60	0,50	1,30	0,70
Acidité du jus sucré { en NaOH	0,50	0,50	0,75	0,65
— du vin. . . { normale C.C.	1,15	1,35	1,10	1,20
Alcool du vin filtré	10,70	11,40	11,00	12,00
Température de mise en fermention.	15°	20°	14°,35	21°,85
Température maxima pendant la fermentation	35°	27°,50	35°	30°,30
Sucre non fermenté	5,13	5,17	12,93	4,72
Pertes pendant la fermentation.	15,60	9,50	8,80	7,10
Rendement pratique par rapport au rendement théorique	78,80	82,50	76,10	82,80
Rendement en alcool pur par 100 kg. d'acide	56,40	59,10	54,50	59,30
Rendement par kilo de maïs, litres p. 100	17,00	17,00	16,40	17,90

On peut représenter par des courbes la marche de la température pendant la fermentation : nous reproduisons les suivantes (fig. 68) d'après Mœrcker (6e édition allemande).

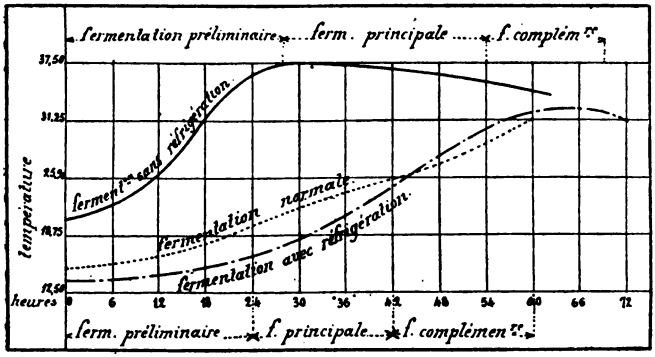


Fig. 68. — Marche de la température pendant la fermentation.

Digitized by Google

Par l'examen de ces courbes, on voit que, dans la fermentation non refroidie, la température monte rapidement, bien avant la période de la fermentation principale; tandis que, dans la fermentation avec refroidissement, la température reste basse tout le temps de la fermentation préliminaire, et ne monte que progressivement pour atteindre son maximum de 26°, au moment de la fermentation complémentaire.

Une fermentation normale serait comprise entre les deux et pourrait être représentée par la courbe pointillée.

Relation entre les degrés Balling et la densité.

0°	1,000	13°	1,053
0,5	1,002	14	1,057
1	1,004	15	1,061
2	1,008	16	1,066
3	1,012	17	1,070
4	1,016	18	1,074
5	1,020	19	1,079
6	1,024	20	1,083
7	1,028	21	1,088
8	1,032	22	1,092
9	1,036	23	1,097
10	1,040	24	1,101
11	1,044	25	1,106
12	1,049		

Saccharification complémentaire. — L'amidon, par l'action de la diastase du malt, est transformé partie en maltose, partie en dextrine, dans la proportion de 80 pour 100 de maltose et 20 pour 100 de dextrine environ. Ces chiffres peuvent varier un peu, suivant la qualité de la diastase et la température. On comprend donc la nécessité de conserver à la diastase son activité pendant la fermentation. Sans cela, le maltose seul fermenterait, la dextrine restant indécomposée; mais la diastase, qui existe dans les moûts, continue la saccharification et transforme la dextrine en maltose, qui, à son tour, est pris par la levure. Il n'est donc pas nécessaire que la saccharification soit complète dans le saccharificateur, ce qui est, du reste, impossible. Quand l'état d'équilibre est atteint, on ne peut dépasser ce point que si un des éléments formés disparaît, rompant l'équilibre obtenu. La diastase transforme la dextrine en maltose et même l'amidon soluble. La dissolution de l'amidon est donc le problème le plus important de la saccharification.

Les expériences de Delbrück ont montré que la diastase en

Digitized by Google

bon état transforme 90,2 pour 100 d'amidon, tandis que la diastase détruite par la chaleur ne transforme que 76,7 pour 100, et la diastase affaiblie par l'acide lactique, 73,8 pour 100. Il est donc important de ne pas dépasser la température de 61° environ pendant la saccharification ou après et de ne pas dépasser la dose tolérée d'acide lactique.

Aspect d'une fermentation normale. — Le praticien a, pour suivre la marche des fermentations, des caractères empiriques qui sont intéressants à connaître et qui peuvent le guider dans la période principale de la fermentation.

Pendant la fermentation préliminaire, les matières solides des moûts se rassemblent à la surface, formant une sorte de croûte ; mais aussitôt que commence la fermentation principale, cette croûte se fendille, et l'acide carbonique rejette ces débris vers les bords de la cuve.

Lorsque la fermentation principale marche mal, le chapeau ainsi formé reste à la surface, maintenu par l'acide carbonique. La fermentation est peu active; l'acide carbonique n'a pas la force de mettre en mouvement les matières insolubles.

Elle se présente presque toujours dans les fermentations de mélasse, mais rarement ou jamais dans les fermentations de matières amylacées.

D'autres fois, l'acide carbonique soulève les matières insolubles jusqu'à la surface, produisant ainsi une augmentation de volume ; puis l'acide se dégage et les masses insolubles retombent au volume primitif pour continuer ainsi pendant toute la fermentation principale. Mœrcker croit que cette fermentation se produit avec les moûts pauvres.

La forme normale de la fermentation est plus régulière et plus vive. L'acide carbonique soulève les matières solides au centre de la cuve et les rejette vers les bords en les couvrant d'écume. Cette forme de fermentation se produit toujours avec de bonne levure abondante et une température bien réglée par un refroidisseur. Il faut commencer la fermentation à 16° ou 18°, refroidir pendant vingt-quatre heures au moins, pour que la fermentation principale commence à 25°-26°, jusqu'à ce que la densité du moût soit tombée à 5° Balling (densité 1,020). On cesse de refroidir et on laisse monter la fermentation à 30° ou 31°.

Fermentation mousseuse. — Cette forme de fermentation fait

Digitized by Google

le désespoir du distillateur, car elle cause un débordement hors de la cuve et une perte quelquefois du 1/3 du liquide. La cause en est mal connue bien qu'elle ait été étudiée avec soin par Delbrück. Pendant la fermentation principale, les moûts montent jusqu'à un certain moment et restent à leur niveau sans redescendre; puis ils continuent à monter à mesure que la température s'élève et que le dégagement d'acide carbonique augmente, puis le liquide déborde. Quelque précaution qu'on prenne, la mousse commence quand le 1/3 du sucre est transformé et que la température est de 25° et la quantité de mousse produite est à peu près la même, quelle que soit la température initiale. La quantité d'alcool n'est pas diminuée, de sorte que cette fermentation n'a d'autre inconvénient que de déborder. On peut y remédier en partie au moyen de rallonges placées sur les cuves pour augmenter la hauteur des bords et empêcher le débordement.

On obtient encore de bons résultats en aspergeant le liquide avec de l'huile de pétrole, de l'huile, de l'eau de savon ou de l'alcool concentré; les premiers moyens donnent un mauvais goût à l'alcool. La cuisson a une grande influence. Si la cuisson est faite à trop basse température, on s'expose à avoir une fermentation écumeuse; aussi les auteurs recommandent de cuire longtemps et à haute pression avec soupape soufflante.

En ajoutant du maïs aux pommes de terre, on fait cesser également cet accident. Les autres grains produisent moins d'effet, peut-être parce qu'ils contiennent moins d'huile. Un changement de malt ou de levure produit également un bon effet. On a recommandé aussi l'emploi des antiseptiques; mais il faut le faire avec beaucoup de circonspection, car on pourrait empêcher la saccharification ou la fermentation; l'acide fluorhydrique pourrait aussi être employé.

Beaucoup de distillateurs ajoutent aux moûts, à la fin de la fermentation, une certaine quantité d'eau : ce qui s'appelle rafraîchir les moûts. On diminue ainsi, par l'abaissement de la température, les pertes en alcool par évaporation et par oxydation. De plus, en diluant le moût qui est chargé d'une grande quantité d'alcool, on affaiblit la teneur alcoolique, de sorte que la fermentation peut reprendre et donner une nouvelle quantité d'alcool. Cette opération peut donc permettre de travailler avec des moûts plus concentrés.

La fermentation des moûts clairs n'est pas plus avantageuse

Digitized by Google

que celle des moûts épais; les pertes sont plus grandes dans les moûts clairs, bien qu'ils fournissent plus d'alcool ; les moûts, à 24° et 25° Balling, fermentent très bien.

Action de l'air. — D'après M. Durin, la couche d'acide carbonique qui séjourne à la surface des cuves et empêche le contact de l'air et de la levure, est funeste à la réaction normale de la levure.

La levure a besoin d'air pour se développer, bien qu'elle puisse s'en passer momentanément. Il attribue également à l'absence de l'oxygène la formation des produits secondaires de la fermentation, ce qui occasionne une perte d'alcool.

M. Durin conseille d'injecter de l'air au moyen d'une pomme d'arrosoir dans toute la masse du moût. Toutefois, cette introduction d'air ne doit pas être exagérée, afin de ne pas produire l'oxydation de l'alcool.

Nous sommes d'avis qu'il ne faut pas exagérer l'injection d'air. On pourrait l'injecter surtout au début pendant la fermentation préliminaire (c'est à ce moment que la levure, bourgeonnant avec activité, en a le plus besoin) et diminuer ensuite cette aération pendant la période de la fermentation principale. De cette façon, on ne risquerait pas d'oxyder l'alcool.

Pasteur avait déjà signalé cette influence de l'air qu'il favorisait en cultivant la levure en grande surface ; mais il ne faut pas oublier que, dans ce cas, on réduit notablement la production d'alcool en augmentant la quantité de levure. Il faut donc être très prudent dans l'emploi de l'air pour la distillerie ordinaire.

Pertes dans la fermentation. — Le sucre mis en fermentation ne fermente pas complètement; une partie sert à la nourriture de la levure pour former ses tissus. D'après les expériences faites dans la cuisson à haute pression, la quantité d'amidon non transformé varie de 4 à 11 pour 100. On peut admettre comme moyenne 7 pour 100, chiffre qui correspond à 1° saccharométrique pour des moûts de pommes de terre de 20°. Le maïs doit donner un résultat analogue; mais il ne faut pas se fier aux indications du saccharomètre, qui est nécessairement influencer par le non-sucre, influence dont on ne peut tenir compte que par approximation. Au moyen de l'alcool obtenu, on peut aussi calculer l'amidon perdu plus exactement.

Digitized by Google

Mais le résultat est complexe; la perte contient l'amidon non saccharifié, le sucre non transformé et l'alcool perdu.

Dans le travail de cuisson à la pression ordinaire, la perte est plus considérable.

Espace perdu dans les cuves. — Les cuves ne doivent pas être remplies par le moût, à cause du dégagement d'acide carbonique qui fait mousser et augmenter le volume du liquide. Cet espace naturellement doit être aussi réduit que possible. Il dépend de la nature du moût et du procédé opératoire. Les moûts cuits par les nouveaux procédés en demandent moins que ceux cuits par les anciens procédés, et on admet qu'il faut laisser 1/10e à 1/12e du volume de la cuve.

Les moûts de maïs demandent peu d'espace vide; les moûts de seigle et de pommes de terre en demandent plus. En refroidissant les moûts dans la cuve, on peut régler et modérer à volonté le dégagement d'acide carbonique et diminuer par suite l'espace perdu.

Article 4. — Recettes diverses de levain.

Elles sont innombrables, les recettes, empiriques pour la plupart, données par les praticiens et répétées par les auteurs pour la préparation des levains. Celles qui ont été établies par une pratique intelligente réussissent généralement; un grand nombre n'ont qu'un intérêt de circonstance. Nous allons en publier quelques-unes; elles pourront servir de modèle ou de point de départ au fabricant, qui pourra ou plutôt devra les modifier suivant la nature des éléments dont il disposera. Il devra s'inspirer des principes que nous avons établis précédemment.

Levain de malt vert. — Riebe a indiqué une formule qui permet de faire fermenter complètement des moûts de 24° saccharométriques. L'avant-veille de la mise en fermentation il met dans la cuve à levure 2 kilogrammes de malt vert bien écrasé pour 100 litres de capacité (un peu plus pour un premier levain). On ajoute 2/3 de litre d'eau à 66°; on remue bien pour obtenir un mélange intime; on ajoute encore autant d'eau de 87° à 94°, de façon à arriver à une température de 66°. On continue à brasser exactement, de façon à bien mêler

Digitized by Google

et à introduire les ferments lactiques qui peuvent se trouver dans l'air. Quand la température est tombée à 60°, on recouvre la cuve une demi-heure, puis on agite énergiquement cinq minutes et on abandonne au repos, la cuve découverte. Le lendemain matin, on essaie l'acidité et on refroidit.

L'acidité doit être de 1,8 centimètre cube à 1,9 centimètre cube de liqueur normale sodique pour un levain de 16° à 17° saccharimétriques. On peut aller jusqu'à 2,2 et 2,8 centimètres cubes d'acidité. Le soir, quand la température est descendue à 16° ou 18°, on ajoute la levure mère; le lendemain matin, le moût marque 8° à 9° saccharimétriques. On recueille la levure mère.

Si on a trop laissé fermenter, on refroidit à 14° 15° et on ajoute un peu de moût pour relever le degré saccharimétrique. La levure ainsi traitée ne doit pas être renforcée avec du moût chaud. Avec des levures normales, on renforce quand le moût de fermentation est à 44° et celle de la levure à 29° ou 31°. On verse le levain dans la cuve à refroidir, quand la température du moût qui s'y trouve est descendue à 25°-30° pendant l'hiver ou 20°-25° en été. Si on se sert d'un réfrigérant tubulaire, on verse la levure dans le moût quand la température est convenable. Si la cuve à saccharifier est disposée pour refroidir les moûts à l'eau froide, on y verse la levure quand la température est de 25°.

Levain préparé en quarante-huit heures et fortement fermenté de Schültz. — On emploie 33 kilogrammes de malt vert pour 181 litres de levain. On ajoute 45 litres d'eau à 69° et le reste à 90°. La saccharification se fait en deux heures à 60°. L'acidification en vingt et une heures à 50°, et en onze heures à 40°. Après vingt-deux heures, on brasse plusieurs fois. On refroidit rapidement à 19°. L'acidité est 2 à 2,5 centimètres cubes de solution normale de soude pour 20 centimètres cubes. Le degré saccharométrique est 14°. On ajoute ensuite la levure-mère; le degré est alors 11°. Au moment de la récolte de la levure mère, on a 4°; quand on emploie le levain, 3°. La fermentation a duré onze à douze heures, la température de mise en fermentation est 18° à 19°; l'échauffement pendant la fermentation, 5° à 7°, et l'acidité, de 2,5 à 2,8.

Levain de vingt-quatre heures de Wilke. — Le levain marque

Digitized by Google

20° à 21° saccharimétriques; l'acidité est 0,7 à 1. On l'a préparé à une température de 65°, à six heures du matin. On laisse saccharifier une heure et demie à 65°; on refroidit rapidement à 50°. On laisse s'acidifier douze heures de 47° à 50°, puis on ajoute la levure mère à 16°. On laisse fermenter et on renforce avec du moût à 35°.

Levain de malt sec. — On met 15 à 20 kilogrammes de malt sec fin pour un levain de 1.000 litres; on ajoute 1 litre et demi d'eau à 66° par kilogramme de malt; on remue en versant d'abord la moitié de l'eau, puis le malt, puis le reste d'eau. On continue ensuite comme d'habitude.

Levain de drèches de Delbrück. — Pour préparer 100 litres de levain, on prend 50 litres de drèches sortant de la colonne à distiller. On la fait couler dans la cuve à travers un tamis; on refroidit à 61°; on ajoute 50 litres de moût sucré de la cuve à saccharifier, et on mélange avec soin. On fait l'acidification, la réfrigération, etc., comme d'habitude. Il n'y a pas de chapeau; aussi il faut mettre en levure à une température un peu plus haute (20°).

On peut employer en même temps le malt et la vinasse. Delbrück recommande :

Moût	60 litres
Vinasse	40 —
Malt vert	10 kilos

Si on ne prend pas la vinasse au sortir de la colonne, il faut avoir soin de la stériliser.

Levain de secours. — En cas d'accident, il faut pouvoir faire un levain rapidement. On se sert pour cela de la levure pressée.

Trois heures avant la mise en fermentation, on prend une portion du moût auquel on ajoute, à 31°, 1 kilogramme ou 1 kilogramme et demi de levure pressée pour 10 hectolitres.

Levain de germes de malt. — Les germes ont été proposés pour faire des levains; mais la forte proportion de ferments nuisibles qu'ils contiennent les a fait rejeter, malgré leur richesse en asparagine et autres matières solubles. Il faudrait

Digitized by Google

donc les faire cuire, mais alors ils se gonflent et donnent un moût épais, d'un emploi difficile.

Procédé de fermentation avec malt d'orge ou maïs et seigle. — Les dosages peuvent varier suivant les diverses circonstances; ceux-ci peuvent être considérés comme des moyennes :

a) Préparation du levain. — On prend farine de seigle (289 kilogrammes) et orge malté (233 kilogrammes) qu'on mélange, comme nous l'avons dit, avec la quantité d'eau nécessaire pour une fermentation, soit 950 litres.

b) Préparation du moût. Saccharification. — On prend 1.100 kilogrammes de maïs malté et 1.880 kilogrammes de maïs ordinaire.

On mêle le maïs malté avec 53 hectolitres d'eau à 15° ou 18°; on agite une heure, on laisse tremper cinq à six heures, puis on décante 30 hectolitres environ de liquide diastasique. On fait cuire le maïs ordinaire avec 4 à 5 hectolitres d'eau et le maïs malté épuisé provenant d'une opération précédente qui contribue à liquéfier un peu l'empois. On chauffe peu à peu jusqu'à 60° et 70° pour faire agir la diastase du maïs malté, puis jusqu'à 93°-95° pendant une heure pour saccharifier l'amidon du maïs et du maïs malté.

On agite et mélange avec la solution diastasique; on chauffe à 65°, puis on laisse la saccharification se faire une heure ou deux. On laisse refroidir et on charge les cuves jusqu'à 5 centimètres du bord à une température de 23°. Le chapeau se crevasse trois quarts d'heure après; la levure est mûre douze heures après la mise en train.

Nous ajouterons quelques formules modernes qui reposent sur des principes plus scientifiques.

Levain de levure pure. — M. Jacquemin, qui étudie avec persévérance la purification industrielle des levures et leur emploi pratique, donne le procédé suivant :

« La mise en levure se fait de la manière suivante :

« On remplit aux 2/3 la petite bassine, de moût de mélasse à la densité ordinaire de la distillerie, acidifié à 1 gr. 5 par litre. On additionne ce moût de quelques litres de maltopeptone. Le mélange est ensuite porté à l'ébullition par

Digitized by Google

un barbotage de vapeur, maintenu pendant un quart d'heure à la température de 100° à 102°, et ramené à la température de 30° à 32° par un jet d'eau froide sur les parois extérieures de la bassine.

« A la température de 30° à 32°, on ajoute la levure sélectionnée pure, on fait le joint hydraulique et l'on aère. Au bout de vingt-quatre heures, si la température a été maintenue à 28°-29° d'une manière constante, le petit levain est bon à prendre.

« On le transvase alors dans la bassine de 10 ou 15 hectolitres, préalablement remplie aux 2/3 de moût de la distillerie peptonisé et stérilisé, comme dans l'opération précédente. La température initiale du moût ensemencé étant de 28°, si, lorsqu'au cours de la fermentation elle tend à s'élever au-dessus de 30° à 32°, on la ramène à 28° par un jet d'eau sur le couvercle de la bassine. En cinq minutes au plus, grâce à l'aération intérieure qui amène toutes les parties de liquide au contact des parois de l'appareil, ce résultat est obtenu.

« Au bout de douze heures, le deuxième levain est envoyé dans la cuve de 100 à 130 hectolitres, que l'on charge en deux fois avec le moût ordinaire de la distillerie à la température de 27°-28°.

« Après douze heures de fermentation vigoureusement aérée, ce dernier levain est dirigé dans la grande cuve, que l'on charge, suivant les habitudes de la distillerie, à des températures décroissantes d'abord; 28° sur le pied, afin de ne pas saisir la levure par des variations brusques, puis 26°, 24°, 22°, et remontant de manière à atteindre la température moyenne de 26° à 28° lorsque la cuve est pleine. »

Levain à la levure de vin. Procédé Palte et Serrant à Paris (*Distillerie française*, 1887). — Pour obtenir un alcool d'un goût plus agréable, on a proposé de remplacer la levure de bière par la levure de vin. On sait, en effet, que la nature de la levure a une grande influence sur la saveur, l'arome des vins et des alcools Un grand nombre de procédés ont été indiqués pour atteindre ce résultat et même brevetés. Nous en reproduisons un :

Pour produire la levure de vin (levure mère), on écrase 115 kilogrammes de raisin, on macère et on les presse légèrement pour en extraire le jus après quarante-huit heures. Le moût est mis dans une cuve en bois ou en cuivre; aussitôt que

Digitized by Google

la fermentation naturelle a commencé, on ajoute un peu de cachou et 400 kilogrammes de glucose renfermant environ 5 pour 100 de dextrine.

On ajoute, comme aliment, une certaine quantité de tartrate de potasse, de phosphate de chaux et de phosphate d'ammonium, ou d'autres substances analogues, environ 1/2 à 1 kilogramme de ce mélange pour 100 kilogrammes de moût

La température doit être de 25° à 30°. La cuve doit être couverte pour empêcher l'accès direct de l'air à la cuve. Le couvercle est formé de tissus métalliques entre lesquels se trouve du coton peigné ou autre matière pouvant filtrer l'air.

La température de la salle doit être de 28° à 30°; il ne doit y avoir ni *bruit*, ni *agitation*, ni poussière, ni *mauvaises odeurs*.

On récolte la levure quand la fermentation est terminée; on la presse et on la débarrasse de la dextrine qu'elle peut contenir et qui nuirait à sa conservation.

Cette levure peut remplacer la levure de bière dans tous ses usages. L'alcool obtenu n'a nullement l'odeur de l'alcool d'industrie ordinaire, mais celle de l'eau-de-vie de vin. Il peut être, disent les auteurs, livré à la consommation, soit directement, soit après une simple rectification.

Article 5. — Fermentation du Dari.

Le dari ne doit pas être mis en fermentation en moûts épais. On ajoute de l'eau jusqu'à une densité de 1,060 au plus, et on amène la température à 17° ou 18° en été, 21° en hiver.

La fermentation est quelquefois tumultueuse, surtout dans des cuves profondes; il faut laisser, dans ce cas, un espace vide de 10 centimètres.

La fermentation doit commencer deux ou trois heures après la mise en levure; elle doit être à son maximum après trente heures. Le moût est complètement épuisé par la fermentation. Le degré tombe à 0°. La levure de bière ordinaire ne convient pas pour la fermentation du dari. Il faut une levure très énergique. Le procédé suivant est recommandé (1).

Pour 150 quintaux de dari, on fait cuire sous pression 2 à 3 quintaux de pommes de terre (2 quintaux pour chaque ma-

(1) Voir le journal *La Distillerie française*, 1887.

Digitized by Google

cération de dari). On les porte dans la cuve à levain, où on les mélange avec 30 litres d'eau à 70°, puis 30 kilogrammes de malt vert, et de nouveau 60 à 74 litres d'eau en plusieurs fois. On acidule avec de l'acide sulfurique; on laisse saccharifier une heure, on ajoute la levure et on laisse fermenter.

Article 6. — Fermentation à l'acide fluorhydrique (Dr Effront).

L'acide fluorhydrique, comme nous l'avons montré, permet de faire les fermentations en se mettant à l'abri des ferments nuisibles. Voici comment ôn opère avec le maïs :

On commence par préparer la diastase. Le malt moulu ou broyé est mélangé avec deux ou trois fois son volume d'eau froide. On ajoute 15 à 20 grammes d'acide fluorhydrique à 20 pour 100 pour 100 litres de moût, et on laisse reposer quelque temps. On ajoute ce liquide au levain suivant.

Le grain trempé ou non, moulu ou non, est cuit avec trois ou quatre fois son volume, à une pression de 3 ou 4 atmosphères pendant une heure ou deux. On refroidit eusuite à 40° ou 30°, soit avec l'eau froide, soit avec un réfrigérant. On ajoute la diastase et on continue à refroidir jusqu'à 25° ou 20°, et on laisse saccharifier Après deux heures, on sépare les drèches et le moût continue à se saccharifier, puis on refroidit quand le moment est venu.

On ajoute la levure qu'on a mis en contact avec l'acide fluorhydrique pendant quelques heures. On emploie 15 à 20 grammes d'acide fluorhydrique par hectolitre de levure mère liquide.

C'est avec ce levain qu'on ensemence le moût de cuve.

M. Sorel a porté, dans le moût de fermentation, la dose d'acide fluorhydrique à 0,040 par litre; il a pu ainsi supprimer l'emploi des levains et obtenir des fermentations continues, en mettant en levure une première cuve. Puis lorsque celle-ci est en pleine fermentation, on la vide en partie dans la cuve suivante et on remplit la première avec du moût frais. Quand la fermentation est très active, on vide le liquide dans la troisième cuve et on remplit de nouveau avec du moût frais. Pendant ce temps la deuxième cuve achève sa fermentation ; on continue ainsi, la première cuve servant toujours de *pied de cuve* pour une nouvelle fermentation.

Digitized by Google

Les drèches sont consommées avec appétit par les bêtes, et le rendement alcoolique a été de 64 litres pour 100 kilogrammes d'amidon.

Article 7. — Fermentation des moûts préparés par les acides.

Les moûts saccharifiés par les acides fermentent à peu près comme ceux que nous venons d'étudier; mais il n'est pas nécessaire de préparer un levain. On peut mettre le moût en fermentation, soit avec la levure de brasserie, soit avec la levure pressée diluées dans un peu de moûts.

On remplit une cuve de fermentation au 1/4 de son volume, avec un moût de la densité habituelle (1,040) et une acidité de 1 gramme. On ajoute la levure, 1 kilogramme par hectolitre. La température est tenue à 23°. La fermentation se détermine bientôt énergique. Après quelques heures, quand la fermentation est en pleine activité, on remplit la cuve avec du moût frais et on porte la température à 23°.

La fermentation continue; quand elle est bien déterminée, on transporte le 1/4 du liquide dans la cuve suivante, et on remplit les deux cuves de moût frais. On continue de même à amorcer une nouvelle cuve, avec une partie du moût de la précédente, qui lui sert de levure mère. Quand la fermentation est terminée dans les cuves anciennes, la température est à 30° et marque 0° au densimètre.

On peut mêler les moûts de fermentation acide avec les moûts de mélasse, de même qu'on pourrait les mêler avec les moûts de malt.

Levain Billet pour les fermentations par les acides. — On traite sous pression pendant vingt minutes 100 kilogrammes de grains par 4 kilogrammes et demi d'acide chlorhydrique. On a un moût qu'on sature par le carbonate de chaux, de façon à ce que, après dilution à 1.040 de densité le moût n'ait plus que 0,75 d'acidité par litre en acide sulfurique. On filtre au filtre presse et on lave le tourteau; on refroidit et on met dans la cuve à levain en amenant à la densité, 1,040 et la température à 16°; on met en levure. La fermentation est lente, on injecte de l'air stérilisé.

Digitized by Google

Au bout de quarante-huit heures, la température est à 19°-20° et la densité 1,020.

On décante le liquide dans la cuve. Le dépôt qui reste dans la cuve à levain est de la levure qu'on réserve pour le levain suivant.

Deux levains par vingt-quatre heures suffisent pour donner des fermentations très régulières.

La levure obtenue est belle, mais se conserve moins bien que la levure au malt.

Article 8. — Salle de fermentation et matériel.

Comme pour les salles précédentes, les précautions les plus grandes doivent être prises dans la construction de la salle de fermentation, relativement au choix des matériaux qui doivent être aussi compacts que possible pour ne pas donner d'asile aux ferments nuisibles.

Le sol dallé doit être en pente pour permettre l'écoulement rapide des eaux de lavage. La voûte doit être assez élevée 4 à 5 mètres et assez aérée afin de permettre l'écoulement de l'acide carbonique. Cette aération doit se faire de façon à ne pas refroidir la salle, et surtout il faut éviter les courants d'air froid.

Le nettoyage des murs du plafond et du sol doit être fait journellement avec le plus grand soin, au besoin avec des solutions antiseptiques. La chaux, généralement employée, n'est pas à recommander; car elle se carbonate rapidement à cause de l'acide carbonique des fermentations et n'a pas le temps d'agir sur les ferments, qui, du reste, craignent surtout les acides.

Cuves. — Les cuves se font en bois de chêne ou de pin. On doit pouvoir circuler facilement autour pour les nettoyer. Il est préférable de les élever au-dessus du sol pour la même raison. Les formes ronde, ovale ou à angles arrondis, doivent être préférées à cause de la facilité du nettoyage.

Elles doivent être enduites à l'intérieur, après qu'elles sont bien sèches, d'huile de lin bouillante ou de paraffine fondue qu'on fait pénétrer dans l'intérieur du bois en chauffant les parois avec un réchaud. On recommande aussi le mélange suivant :

Digitized by Google

Colophane	4k
Gomme laque	0,500
Térébenthine	2,000
Alcool à 90°.	16 litres

On fait d'abord brûler de l'alcool dans la cuve pour en chauffer les parois; puis on applique le vernis et on y met le feu. On recommence ainsi un grand nombre d'applications (au moins neuf).

Le meilleur moyen pour nettoyer les cuves est un lavage à grande eau et à la brosse, puis avec la solution de sulfite de chaux.

On a proposé de revêtir les cuves à l'intérieur avec des plaques de verre, d'ardoise, ou même d'employer des cuves de grès ou de fer. Jusqu'à présent ces procédés n'ont pas été adoptés ou n'ont pas réussi.

On fait également des cuves métalliques en tôle revêtues d'émail à l'intérieur, avec un réfrigérant arrosoir extérieur qui dispense des appareils de réfrigération intérieurs, si gênants pour le travail.

La dimension des cuves est très variable depuis 10 hectolitres jusqu'à 45 et 50 hectolitres; cela dépend, du reste, de l'importance de l'usine. Nous en avons vu de plus de 200 hectolitres.

DEUXIÈME PARTIE.

FERMENTATION DES TOPINAMBOURS.

Les fermentations de topinambours sont très simples. Les moûts contiennent peu de ferments nuisibles. On se dispense de faire des levains. La levure, une fois la première mise en fermentation, continue pour toute la campagne, les topinambours produisant une grande quantité de levure, ce qui s'explique à cause de leur grande richesse en azote. Cette levure est généralement écumée et donnée aux porcs. Il serait préférable de modifier le procédé de fermentation, de façon à ne pas produire autant de levure.

Digitized by Google

On fait la fermentation par coupages de cuves ou par débordement.

« Dans ces dernières années, plusieurs expérimentateurs ont utilisé des levures pures de vin pour différentes fermentations. C'est ainsi que l'on a obtenu des résultats favorables avec les grains et les betteraves. J'ai pensé qu'il serait intéressant d'appliquer la même méthode aux topinambours. Ces tubercules sont, en effet, très riches en matières sucrées difficilement inversibles, et la lenteur de la fermentation qui résulte de cette stabilité est une source de déboires dans la conduite de l'opération suivant la méthode courante. J'ai employé, dans les recherches que je vais décrire, une levure de Romanée-Conti, spécialement préparée pour moi par M. G. Jacquemin, ce dont je dois ici le remercier bien sincèrement.

« Les tubercules lavés, coupés en tranches fines, sont épuisés par quatre fois leur poids d'eau à 60°, contenant 2 pour 1000 de bitartrate de potasse; après un contact de quatre ou cinq heures, on décante et l'on traite de nouveau par la même quantité d'eau acidulée. Les eaux d'épuisement réunies constituent un liquide de densité, 1,03 ou 1,04 au plus, c'est-à-dire moins lourd que le moût de betteraves dont on se sert habituellement.

« Le moût qui doit être soumis à la fermentation est stérilisé, puis ensemencé avec de la levure précédente ou mieux avec un levain constitué par une culture de cette levure. Dans ces conditions, la fermentation se met plus rapidement en marche; le passage d'un courant d'air stérilisé active la fermentation, de telle sorte qu'à la température de 20°-25° elle est terminée en trois jours.

« On soumet le liquide ainsi obtenu à une première distillation, en recueillant un volume d'alcool égal à la moitié du volume du vin, puis à une seconde distillation dans les mêmes conditions. Enfin, le flegme est rectifié par distillation fractionnée à l'aide d'un appareil à boules.

« Au début, il se produit quelques bulles d'un liquide bouillant à 25°-28°, ayant l'odeur et les propriétés réductrices de l'aldéhyde. Il est sans doute constitué pour la majeure partie de ce composé.

« Puis, le thermomètre monte rapidement à 70°,5-78°; il passe un liquide alcoolique marquant 90° Gay-Lussac et doué encore d'une odeur piquante et de propriétés réductrices; le poids de l'alcool contenu dans ce liquide ne représente pas 4 pour 1000 du

Digitized by Google

poids des topinambours, c'est-à-dire 5 pour 100 de celui de l'alcool total produit.

« La température s'élevant à 79°-79°,5, il distille alors un liquide de très bon goût marquant 92°-93° Gay-Lussac et renfermant un poids d'alcool pur dépassant les 5 pour 100 du poids des topinambours ou les 76 pour 100 de l'alcool total.

« Après le passage de ce liquide, le thermomètre s'élève à 80° ; il distille à ce moment un liquide d'odeur moins parfaite, mais constituant encore un alcool de bon goût et contenant environ les 16 pour 100 de l'alcool total.

« Le thermomètre ne tarde pas à s'élever rapidement vers 95°, un liquide trouble à odeur butyreuse distille ; enfin la température atteint 100°. La quantité d'alcool récoltée pendant cette période de la distillation représente environ 1,6 pour 100 de l'alcool total produit.

« J'ai comparé ces résultats à ceux de la distillation fractionnée d'un alcool de topinambours industriel, et d'un alcool produit par moi à l'aide de la levure de boulangerie ordinaire. Ils sont nettement plus avantageux, tant par la qualité que par la quantité du produit.

« La méthode que je viens de décrire est, en définitive, intéressante à deux points de vue : 1° elle donne très peu de produits de tête, et 2° elle fournit une forte proportion d'alcool de bon goût (1) ».

TROISIÈME PARTIE.

FERMENTATION DES BETTERAVES.

Article 1er. — Généralités.

Dans les opérations précédentes, nous avons été obligés de transformer au moins une partie des éléments naturels des

(1) Lucien Lévy, *De la Fermentation alcoolique des topinambours sous l'influence des levures pures*. Travail fait au laboratoire de M. le professeur Jungfleisch, à l'École de pharmacie (*Acad. des sciences*, 12 juin 1893).

Digitized by Google

plantes (la plus importante) en sucre, soit par l'action des ferments diastasiques, soit par l'action des acides. Dans les matières premières qui nous restent à étudier, le sucre existe tout formé dans la plante, et en quantité assez considérable pour qu'il soit possible de l'utiliser, soit comme matière sucrée, soit comme matière fermentescible.

La fermentation se trouve réduite alors à sa forme la plus simple; aussi cette industrie est-elle devenue quelquefois une annexe de la ferme : une distillerie agricole.

La betterave, comme les matières amylacées, au point où nous les avons amenées dans les chapitres précédents, peut donc être soumise immédiatement à la fermentation; il faut seulement retirer le sucre des cellules par un moyen purement physique, sans aucune transformation des éléments chimiques.

Le sucre contenu dans les betteraves est le sucre de canne. Il n'est pas directement fermentescible; mais la levure sécrète un ferment diastasique, l'invertine ou sucrase, qui a la propriété de dédoubler le sucre de canne en ses deux éléments : le glucose et le lévulose, qui peuvent fermenter directement quoique inégalement bien. On sait, en effet, que le glucose fermente plus facilement que le lévulose et plus vite, de sorte qu'il reste toujours du lévulose dans les derniers moments de la fermentation, alors qu'il n'y a plus de glucose. Quelques chimistes cependant pensent qu'il est préférable de dédoubler d'abord le saccharose par un acide; mais cette opinion n'a pas prévalu.

Contrairement à ce qui arrive pour les grains, les betteraves sont achetées d'après leur richesse en sucre; ce qui constitue le procédé rationnel et honnête, comme nous l'avons dit. La distillerie peut traiter des betteraves moins riches que la sucrerie; comme pour les grains, les résidus de betteraves ont une grande importance alimentaire pour les animaux (1).

Article 2. — Opérations préliminaires.

Le traitement de la betterave exige donc une opération préliminaire pour extraire le suc sucré contenu dans les cellules. Cette opération comprend plusieurs parties :

(1) Nous renvoyons, pour les procédés d'analyse, à notre premier volume, p. 365, et à Horsin Déon, *Le sucre et l'industrie sucrière*, Paris, 1894.

Digitized by Google

1° *Lavage des betteraves*;
2° *Division de la betterave*; — *Découpage ou râpage*;
3° *Acidification*;
4° *Extraction du jus* : 1° *par les presses continues*; 2° *par macération*; 3° *par diffusion*; *cuisson sous pression ou sans pression.*

Le suc obtenu est enfin soumis à la dernière opération, la *fermentation.*

Lavage des betteraves. — Les betteraves ont besoin d'être lavées, comme les pommes de terre et les topinambours, pour être débarrassées de la terre et des pierres adhérentes. Ce lavage doit être fait avec grand soin; la terre saturerait une partie de l'acide sulfurique, pourrait introduire des ferments nuisibles et serait, du reste, désagréable aux animaux qui doivent consommer la pulpe.

Les laveurs sont de forme très variables. La betterave y est agitée violemment dans un courant d'eau; la terre et les pierres sont entraînées dans des bassins de dépôt d'où on les extrait pour les répandre sur les champs.

Découpage et râpage. — Le découpage s'emploie pour le traitement des betteraves par diffusion ou macération. Il a pour but de diviser la betterave en cossettes de forme et de dimensions très régulières, qui favorisent l'épuisement par l'eau. Cette opération se fait au moyen du coupe-racines; il y en a de nombreux modèles qui diffèrent par leurs dispositions et par la nature des couteaux. Les lames dites faîtières qui donnent des cossettes en forme de V, sont celles qui sont préférées, parce que les cossettes ne peuvent pas se coller les unes aux autres et permettent ainsi le contact plus régulier avec l'eau.

Ces couteaux doivent être toujours tenus en parfait état, car c'est la perfection de leur travail qui décidera de la perfection de la diffusion. La principale cause de détérioration est la présence des pierres qu'un mauvais lavage pourrait laisser dans les betteraves (fig. 69 et 70).

Râpage. — Le râpage a pour but de réduire la betterave en une pâte qui sera soumise à la presse. Cette opération se fait au moyen de râpes, dont il existe de nombreux modèles. Ce mode opératoire tend à disparaître et est remplacé par la diffusion ou la macération. Aussi nous serons très bref.

Digitized by Google

Les râpes sont formées par des lames à dents de scie ou ondulées qui déchirent la betterave sans la réduire en bouillie.

Les râpes à lames ondulées la réduisent en rubans d'une grande finesse, très favorables pour la pression.

Acidification. — Cette opération est très importante. L'acide facilite la diffusion du sucre et empêche le développement des ferments nuisibles ; il aidera, par conséquent, à la fermentation où il joue un rôle. Du reste, comme nous l'avons vu, il sera seulement utile de contrôler l'acidité avant la mise en levure.

Quand on emploie la vinasse, comme nous le verrons, on réduit la dose d'acide, de façon à ramener l'acidité au point convenable. Quand des fermentations vicieuses se développent, ce qui arrive quelquefois, on supprime la vinasse et on recommence un traitement à l'eau acidulée.

Quand les vinasses sont trop acides, on diminue la quantité et on ajoute de l'eau à la place pour ramener l'acidité à son degré normal. On ne se rend pas très bien compte du rôle de l'acide sulfurique dans cette opération. Il n'est pas probable qu'il produise une inversion partielle du sucre des cellules; il augmente, néanmoins, le rendement alcoolique. Il est probable que la cause de cette augmentation est dans l'absence des ferments secondaires qui consommeraient pour leur compte une partie du sucre; il empêche, en outre, la coloration des liquides à l'air et précipite certaines matières albuminoïdes visqueuses.

L'acide sulfurique se met dans les macérateurs quand on fait le chargement. On y met une couche de 10 centimètres environ de cossettes, puis on asperge la surface de manière à les baigner bien exactement.

L'acide dilué est contenu dans un bac dans lequel on a versé l'eau d'abord, puis l'acide; un tuyau de caoutchouc terminé par une pomme d'arrosoir permet de diriger l'eau acidulée dans les cuves.

La quantité d'acide dépend de diverses conditions dépendant des betteraves.

Suivant la qualité des betteraves, leur composition, leur maturité, la nature des engrais, les conditions météorologiques, le lavage des betteraves, la température du jus, leur acidité et celle de la vinasse, la quantité d'acide doivent changer; aussi les auteurs varient beaucoup sur cette question. Lintner conseille l'eau acidulée à 3 pour 100; Dubrunfant recommande 2 pour

Digitized by Google

Fig. 69. — Coupe-racines coupant sur toute la surface. Système Magnin.

Fig. 70. — Coupe du plateau.

Digitized by Google

100 du sucre contenu dans la betterave; Champonnois, 2 kilogrammes d'acide pour 1000 kilogrammes de betteraves; Leplay, 1/2 kilogramme à 1 kilogramme pour 500 de betteraves. M. Durin conseille de mettre assez d'acide, pour que le liquide contienne une acidité de 2,4 à 2,5 par litre calculée en acide sulfurique. L'acide sulfurique a été préféré, soit à cause de son bas prix, soit parce qu'il ne répand pas de vapeurs incommodes, comme l'acide chlorhydrique; enfin il produit un meilleur résultat. L'acide employé est celui à 60°-66° Baumé du commerce qu'on dilue, comme nous venons de le dire.

La betterave contient 94 à 95 pour 100 de jus. Par la pression on en retire 75 à 78 pour 100, ce qui constituerait une perte d'environ 18 à 20 pour 100. Voici comment on opère : on fait arriver sur les betteraves qui passent dans les râpes un filet d'un liquide acidulé, de façon à ne pas toucher les lames qui seraient détériorées par l'acide. Nous verrons dans le paragraphe suivant d'où vient le liquide acidulé.

La pulpe se rend dans un réservoir muni d'un agitateur; il se fait, pendant ce séjour dans le bassin, une diffusion partielle qui atténue la perte que nous venons d'indiquer; on la porte alors aux presses.

Article 3. — Extraction des jus.

§ 1er. — Extraction par les presses continues.

On porte la pulpe râpée sous la presse; on la délaie de nouveau dans un macérateur avec deux fois son poids d'eau chaude acidulée ou de vinasses, en agitant. On presse de nouveau; ce jus très faible est envoyé sous les râpes comme eau acidulée pour une opération suivante. C'est donc le jus de première pression qui est seul mis en fermentation. On diminue ainsi considérablement la perte qui n'est guère que 2 à 3 pour 100 au plus.

Les presses employées sont de plusieurs espèces :

Autrefois, on se servait des presses hydrauliques, entre les plateaux desquelles on plaçait la pulpe renfermée dans des sacs séparés les uns des autres par des claies. On les a abandonnées maintenant et remplacées par les presses continues, moins énergiques, mais d'un emploi plus simple, plus économique.

Digitized by Google

Le procédé par les presses est presque abandonné et remplacé par la diffusion ou la macération.

Les pulpes sont moins humides par les presses, mais elles sont plus acides, et les animaux préfèrent beaucoup les pulpes de diffusion. Les presses épuisent un peu moins bien la betterave; les jus entraînent toujours des particules de cellules qui gênent dans la fermentation et sont plus chargés de matières pectiques et azotées qui sont enlevées aux pulpes.

§ 2. — Extraction par macération.

A. Macération à l'eau. — Le traitement par macération se fait dans des cuves en bois, nommées macérateurs, pouvant

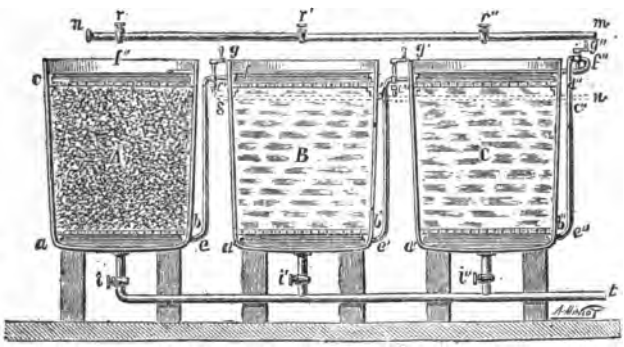


Fig. 71. — Batterie de macérateurs pour l'extraction du jus de betteraves.

contenir de 1.000 à 2.000 kilogrammes de cossettes, et communiquant par une tuyauterie spéciale qui permet de faire passer le liquide de l'une à l'autre.

Il y a toujours plusieurs macérateurs réunis en batterie (fig. 71). Le nombre des macérateurs varie de 3 à 5, et même 7, dans les grandes distilleries.

Au fond se trouve un double fond en tôle perforée sur lequel on place les cossettes. On les recouvre par un couvercle en tôle fixé solidement. Le liquide arrive par le bas, au-dessous du double fond.

Voici la marche de l'opération. Les trois macérateurs sont remplies de cossettes fraîches acidulées, comme nous l'avons

Digitized by Google

dit. On fait couler de l'eau à 80° ou de la vinasse chaude dans la première cuve; puis elle passe dans la partie supérieure de la deuxième, puis dans la troisième. Elle se charge ainsi de plus en plus de sucre. Les cossettes de la première cuve sont épuisées; on fait écouler l'eau qui reste dans le premier macérateur, et cette eau servira de liquide pour le prochain traitement. On vide ensuite les cossettes de la première cuve et on les remplace par de nouvelles cossettes. Pendant ce temps le liquide coule dans le deuxième macérateur, passe dans le troisième qui se vide dans un réservoir spécial; ensuite l'eau du deuxième macérateur, qui est passée dans le troisième, revient se saturer sur les cossettes fraîches du premier. La deuxième cuve est à son tour épuisée et vidée; on y introduit de nouvelles cossettes, puis vient le tour de la troisième, de sorte que le liquide passe dans trois macérateurs, le dernier contenant toujours des cossettes neuves Le jus concentré obtenu titre de 5° à 9° saccharométriques. On l'envoie aux cuves de fermentation.

Les cossettes analysées ne doivent contenir que 0,5 environ de sucre, ce qui correspond au plus à 2 litres d'alcool par 1.000 kilogrammes de betteraves. La perfection du travail d'épuisement dépend en grande partie du bon découpage des cossettes : c'est la partie la plus importante de cette opération.

Les jus, dans ce procédé, ont une densité inférieure à celle des jus de diffusion.

B. Macération à la vinasse. — Champonnois a proposé de remplacer l'eau par les vinasses chaudes, sortant de la colonne à distiller. C'est le procédé de macération le plus employé aujourd'hui.

L'emploi de la vinasse chaude a plusieurs avantages. Elle est plus économique.

L'économie de chaleur est considérable, puisqu'elle sort chaude de la colonne. De plus, elle est chargée par son passage sur les cossettes de diverses matières, de sorte que, dans son nouveau passage, elle ne reprend pas de matières nouvelles, qui alors restent, pour la pulpe qui se trouve ainsi plus riche et plus nutritive.

Il est bon de renouveler de temps en temps les vinasses qui sont très chargées de matières organiques, et, par suite un bon terrain de culture pour les ferments, on la rafraîchit en remplaçant une partie par de l'eau. Il faut aussi que la vinasse soit

Digitized by Google

toujours chaude. Un tuyau de vapeur qui passe dans le réservoir la réchauffe constamment, de façon à la maintenir à 80°.

Comme dans le traitement des matières amylacées, le matériel doit être d'une propreté absolue et nettoyé journellement avec le plus grand soin.

§ 3. — Extraction par diffusion.

Comme la macération, la diffusion dépend entièrement de la

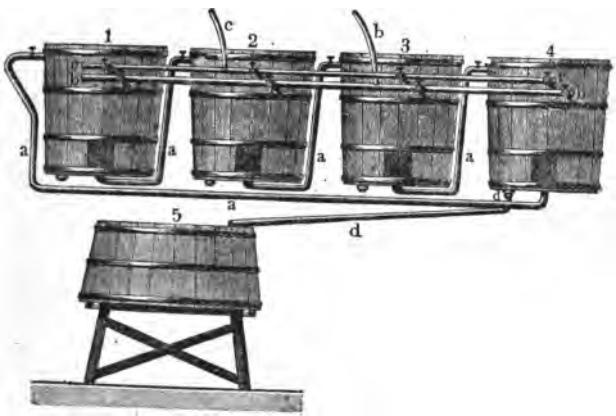


Fig. 72. — Batterie de diffuseurs.

perfection du coupe-racines qui, pour la betterave, paraît l'appareil indispensable. Le procédé de diffusion ne diffère pas essentiellement du procédé par macération; l'osmose est, en effet, dans les deux, le principe théorique qui sert de base. Mais pour la diffusion, nous renvoyons à l'ouvrage de M. Horsin Déon, pour tout ce qui concerne la description des appareils, qui sont les mêmes que ceux de la sucrerie (1).

La diffusion consiste, comme la macération, dans un traite-

(1) Horsin Déon, *Le sucre et l'industrie sucrière*, Paris, 1894.

Digitized by Google

ment de cossettes par un liquide acide chaud, mais la diffusion se fait en vase clos et sous pression. Il est plus parfait, mais plus difficile à conduire; aussi il est moins employé en distillerie. Les jus, dont la densité atteint 10°, sont plus sujets aux fermentations vicieuses. L'acide sulfurique n'y remédie qu'imparfaitement.

Les diffuseurs sont, comme les macérateurs, disposés en batterie. On les charge avec les cossettes et de l'eau acidulée préalablement chauffée ; on laisse en contact une demi-heure. Pendant ce temps, on remplit le deuxième diffuseur ; puis on fait couler de nouvelle eau chaude dans le premier diffuseur. La solution sucrée est déplacée et passe dans le deuxième diffuseur, puis, successivement, dans les autres. A mesure que les jus se saturent, on les envoie dans un bac collecteur d'où ils passent à l'atelier de fermentation (fig. 72).

La température du jus dans les diffuseurs a une grande importance. L'eau doit entrer à 80° dans le premier diffuseur et sortir du dernier à 26° ou 28°, ce qui oblige quelquefois à réchauffer les jus. Pour cela, un tuyau de vapeur permet de chauffer les diffuseurs à 80°, s'il est nécessaire.

Le nombre des diffuseurs ne peut pas être augmenté indéfiniment.

On obtient d'aussi bons résultats avec quatre diffuseurs qu'avec un grand nombre.

Procédé à la vinasse. — On peut remplacer l'eau par la vinasse, comme dans la macération, et pour les mêmes raisons.

§ 4. — Extraction par cuisson.

On emploie ce procédé en Allemagne. Il consiste à faire cuire les betteraves avec de l'eau à l'air libre ou dans des cuiseurs à haute pression. On écrase les betteraves entre des cylindres, ou bien on les pulpe par la vidange du cuiseur, comme pour les pommes de terre. Les pulpes sont très visqueuses à cause des principes pectiques, on est obligé de les étendre d'eau, de façon à ce que 50 kilogrammes de betteraves occupent 100 à 110 litres de capacité.

Digitized by Google

Article 5. — Fermentation des jus.

Comme pour toute fermentation, l'acidité et la qualité de la levure jouent le plus grand rôle.

L'acidité doit être de 204 à 205, par litre en acide sulfurique, mais elle n'est pas constituée par l'acide sulfurique ; une partie de cet acide sature les bases des acides organiques du jus qui, eux, deviennent libres.

Cette acidité en acide sulfurique seul ne permettrait pas la fermentation. On pourrait déterminer l'acidité réellement due à l'acide sulfurique, mais ce n'est pas nécessaire, en général.

Le jus de betterave pur contient en moyenne 4 à 5 grammes d'acide organique à l'état de sels; mais après dilution, le chiffre se réduit par l'addition de l'eau ou de la vinasse, ce qui fait que l'acide sulfurique ajouté reste en partie libre et constitue une partie de l'acidité : cela est nécessaire, car les acides organiques ne suffiraient pas pour empêcher le développement des ferments nuisibles ; aussi il faut qu'il y ait de l'acide sulfurique libre. C'est par tâtonnements, habituellement, qu'on détermine la quantité d'acide sulfurique qu'il faut ajouter pour avoir de l'acide libre.

Si l'acidité organique devenait trop grande, la fermentation pourrait être arrêtée. Dans ce cas, il faudrait étendre d'eau la vinasse, afin de diminuer l'acidité en acide organique. Il serait inutile de neutraliser les acides; l'acide sulfurique, déplaçant les bases, les ferait reparaître.

Avant d'envoyer les jus dans les cuves de fermentation, on les fait passer d'abord dans deux cuves dites *préparatoires*. Il passe d'abord dans la première, puis, quand elle est pleine, dans la seconde.

On refroidit la première, pendant qu'on titre l'acidité et qu'on l'amène, par l'addition d'eau ou d'acide, au degré voulu. On la fait couler ensuite dans la cuve de fermentation, puis on fait de même pour la seconde. L'acidité doit être dosée de nouveau à la fin de la fermentation, ce qui permet de suivre la formation des acides organiques et de corriger l'acidité des cuves suivantes.

La fermentation peut se faire sans fabrication de levains. La levure pure du commerce ou celle des brasseries convient très bien.

Le meilleur procédé de fermentation est la fermentation continue par coupage des cuves, qui consiste à amorcer une cuve

Digitized by Google

avec une partie du contenu d'une cuve en fermentation. On les remplit ensuite toutes deux de jus neuf.

Pour faciliter les transvasements, toutes les cuves communiquent par un tuyau muni de robinets, passant au 1/4 de la hauteur des cuves. On est obligé de changer de temps en temps la levure qui dégénère peu à peu. Quand la fermentation est finie, ce qui se reconnaît à la vue, on envoie le liquide à la distillation. On prend également la densité: mais la composition du liquide, variable à cause de la vinasse, ne permet pas de donner un chiffre constant. Elle doit être voisine de 1,010 à 1,015. C'est par la pratique qu'on arrive à diriger l'opération.

On peut faire aussi la fermentation par levains.

On évite ainsi de changer plusieurs fois de levure.

On se sert pour cela de jus de betteraves qu'on stérilise par la chaleur; on l'additionne ensuite d'un peu de peptone, dans des cuves en cuivre recouvertes d'un couvercle à joints hydrauliques. On refroidit à 25°, et on ensemence avec de bonnes levures pressées du commerce, ou mieux avec les levures sélectionnées qui maintenant se trouvent facilement dans le commerce.

On peut préparer ces levains dans un appareil à levure pure (1).

On a ainsi une levure constante qu'on peut conserver indéfiniment. On introduit alors la levure dans un petit bac à la température la plus favorable; on y fait passer un peu d'air. Quand le bac est en pleine fermentation (parfois un jour), on remplit à moitié un autre bac de jus stérilisé, puis on y met moitié de la levure du premier bac.

On remplit les deux bacs de jus stérilisé. La fermentation se détermine après quelques heures; on injecte de temps en temps un peu d'air.

Avec ces levains on ensemence les cuves. Un bac doit fournir la levure nécessaire pour vingt-quatre heures.

Procédé Jacquemin aux levures pures sélectionnées. — *Mode opératoire.* — « Douze litres de levure sont mis en réveil dans de petites bassines en cuivre qui contiennent un hectolitre de moût stérilisé et que nous appellerons « récipient n° 1 ».

(1) Voir Guichard, *Traité de distillerie*, vol. II, p. 181.

Digitized by Google

Au bout de vingt heures, ce moût en fermenattion est transvasé, l'atténuation étant de moitié, dans une bassine plus grande, également en cuivre, contenant, cette fois, 10 hectolitres de moût stérilisé. Donnons-lui le n° 2. — Douze heures après, l'atténuation étant suffisante, on coule ce nouveau moût dans une des cuves à levain, en bois, contenant 100 hectolitres, n° 3, situées immédiatement en dessous des grandes bassines. Quinze heures après, on fait le pied dans les cuves de 850 hectolitres n° 4, à moins qu'au préalable on ne coupe le levain en deux dans une autre cuve n° 3, en laissant repartir quelques heures, ce qui est préférable, car la force du levain en est beaucoup augmentée.

« Voici maintenant la façon de préparer les moûts stérilisés qui servent aux récipients n°s 1 et 2.

« Faire un chargement ordinaire d'une dizaine d'hectolitres à 8°,8 de densité et le faire couler dans un Kruger; avec la condensation de la vapeur que l'on emploie, ce jus se trouve ramené à 7°,5. Ajouter aussi dans le Kruger la quantité de maltopeptone (1) nécessaire à la reproduction de la levure pour une grande cuve (soit 36 litres). Mettre le Kruger en pression jusqu'à 1 kilogramme environ et laisser le moût se pasteuriser pendant un quart d'heure.

« Puis renvoyer ce moût aux bassines en cuivre en le faisant passer à travers un réfrigérant, qui se compose d'un serpentin entouré d'eau froide.

« De ce moût refroidi à la température voulue (27°), prélever un hectolitre pour la confection d'un récipient n° 1 et recevoir le reste (10 hectolitres) dans une bassine n° 2.

« Puis verser dans le n° 2 le moût en fermentation d'une bassine n° 1, mise en route vingt heures auparavant dans une des opérations précédentes.

« Quand l'atténuation du n° 2 est de moitié, on fait tomber le contenu de cette bassine dans la cuve n° 3, située au-dessous d'elle; puis quinze heures après, on fait le pied dans une grande cuve n° 4.

« Les bassines n°s 1 et 2, qui servent surtout à réveiller la levure, sont à fermeture hydraulique. Dans chacune d'elles,

(1) Le maltopeptone est un liquide nourricier destiné à remplacer le maïs. C'est un extrait concentré de radicelles de malt auquel on a ajouté certaines substances nécessaires à sa conservation.

Digitized by Google

ainsi que dans les cuves à levain, se trouve un tuyau qui distribue dans le moût de l'air filtré sur du coton stérilisé.

« En résumé, la pratique du procédé consiste dans la mise en fermentation de quantités de plus en plus considérables de moût, en transvasant d'un récipient au suivant, quand l'atténuation est suffisante.

« Les bassines nos 1 et 2 reçoivent seules des moûts passés au Kruger.

« Un matériel de cinq bassines n° 1, trois n° 2, et trois à levain, suffit amplement à un travail de 60 à 70.000 kilogrammes en vingt-quatre heures, à raison de trois grandes cuves par jour.

QUATRIÈME PARTIE.

FERMENTATION DES MÉLASSES.

Les mélasses sont les résidus de la fabrication du sucre de canne ou de betteraves. Ces résidus contiennent 45 à 50 pour 100 de saccharose qui ne peut cristalliser, parce qu'il est combiné à d'autres substances (1). Les nouveaux procédés de traitement des sucres par l'osmose, la strontiane, permettraient au fabricant de retirer tout le sucre de ces mélasses; aussi l'industrie de la distillation des mélasses disparaîtrait, si la loi ne donnait pas une prime au fabricant de sucre qui vend sa mélasse à la distillerie.

(1) Guichard, *Traité de distillerie*, vol. I, page 374.

Digitized by Google

CHAPITRE PREMIER.

MÉLASSE DE BETTERAVES.

Article 1er. — Généralités.

Les mélasses, traitées par les procédés perfectionnés, ne contiennent presque plus de saccharose; mais, en outre, les produits infermentescibles, parasaccharose, raffinose, dextrane, mannite, arabinose, saccharine, etc., se concentrent et s'y trouvent en quantité très grande. De plus, elles sont plus caramélisées et elles contiennent une quantité de matières minérales plus considérables. Il ne faut donc les acheter que sur analyse, et le seul moyen vraiment pratique pour la distillerie, c'est la fermentation. Le chiffre d'alcool obtenu est toujours supérieur à celui que le dosage du sucre ferait prévoir, parce qu'il y a probablement d'autres matières fermentescibles que la saccharose, et aussi peut-être par suite d'erreurs d'analyses. Les mélasses de canne à sucre donnent, au contraire, moins d'alcool que le chiffre calculé.

Le résidu salin a une grande importance, par suite du traitement qui permet d'en retirer des produits de grande valeur, comme nous le verrons. Ce résidu contient des cendres carbonatées. Les matières organiques ont aussi une valeur, mais qu'il est difficile d'apprécier par l'analyse.

Parmi les produits non signalés par l'analyse courante, se trouvent les nitrates qui viennent de la betterave; l'ammoniaque produit de décomposition des matières azotées. D'autres matières s'y trouvent aussi en petite quantité : la bétaïne, qui vient de la betterave; l'acide aspartique et l'acide glutamique, qui proviennent de la décomposition de l'asparagine et de la glutamine. On y trouve aussi de la leucine et de la tyrosine.

Dans les produits non azotés, il y a des matières pectiques, divers sucres, de la coniférine, de la cholestérine et des acides gras volatils (acides formique, acétique, butyrique), etc. Tous les produits qui ne se trouvent pas dans la betterave proviennent des nombreuses fermentations qui se développent dans les diverses phases de la fabrication du sucre.

Digitized by Google

Article 2. — Opérations préliminaires

Les mélasses subissent diverses manipulations, avant d'être mises en fermentation.

1° *Dilution.* — Elles marquent de 40° à 42° Baumé, à cause du sucre et des autres matières qu'elles contiennent. On évalue à 1/3 l'accroissement de densité dû au non-sucre ; elle ne pourra donc perdre que 2/3 de sa densité à la fermentation. On les dilue jusqu'à une densité de 1,060 à 1,075. Cette dilution se fait à chaud.

2° *Saturation et acidification.* — La mélasse est un peu alcaline, à cause de la chaux qui a servi aux traitements pour l'extraction du sucre, chaux qui a donné naissance à des carbonates alcalins. Il faut, pour éviter les fermentations vicieuses, rendre le liquide acide. Il faut pour cela ajouter de l'acide sulfurique pour neutraliser la chaux et pour donner une acidité de 2 gr. 5 à 3 grammes par litre calculé en acide sulfurique. On emploie aussi, pour cet usage, l'acide chlorhydrique. On fait bouillir la mélasse avec l'acide avant de la diluer complètement ; on chasse ainsi les acides volatils et l'acide azoteux qui gêneraient la fermentation.

Cette opération doit se faire sous une hotte tirant bien, pour enlever les vapeurs nitreuses qui sont dangereuses à respirer. M. Barbet propose d'ajouter un barboteur d'air qui entraîne les corps volatils et permette de faire l'opération à une température plus basse (90°). La caramélisation du sucre est ainsi moins à craindre. Dans cette opération si l'acide libre était de l'acide sulfurique, l'inversion du sucre serait obtenue facilement. Mais il n'en est rien ; cette inversion n'est que partielle, les acides libres étant des acides organiques fixes et non de l'acide sulfurique. Du reste, cela n'a aucune importance, car la levure fait elle-même cette inversion pendant la fermentation.

Mœrcker croit, d'après Bauer, qu'il vaut mieux ne pas neutraliser complètement la mélasse jusqu'à l'acidité, mais s'arrêter quand le tournesol commence à rougir. L'acidification complète mettrait en liberté des acides gras qui gênerait la fermentation. L'acidité est obtenue au moyen des acides de la levure et du levain. Ensuite, on dilue le moût ; on le refroidit à 18° et on l'envoie à la fermentation.

Digitized by Google

On emploie également l'extrait de châtaignes pour neutraliser les mélasses; de cette façon, on obtient un rendement plus fort quand on traite les salins pour en retirer le carbonate de potasse.

Article 3. — Fermentation.

On emploie plusieurs procédés pour faire fermenter les mélasses. Nous allons en passer quelques-uns en revue.

1° *Fermentation avec la levure seule.* — On remplit la cuve au 1/4 avec le moût de mélasse et on y ajoute la levure, 3 pour 100 du poids du sucre de la cuve. On laisse la fermentation s'établir et, quand elle est en pleine activité, on remplit la cuve rapidement avec du moût à 24° centigrades. On ne laisse pas la température s'élever au-dessus de 30°. Du reste, il y a peu d'élévation de température, la fermentation n'étant jamais bien énergique.

2° *Fermentation avec moûts de grains ou de betteraves.* — La mélasse n'étant pas riche en principes nutritifs, on la met quelquefois en fermentation avec du moût de grains ou de betteraves et de la levure. Quand la fermentation est bien en route, on ajoute le moût de mélasse.

3° *Fermentation avec un levain de malt.* — Ce procédé est encore meilleur que le précédent, car il introduit encore plus de matières nutritives. Le malt sec est meilleur que le malt vert.

4° *Fermentation avec des moûts de pommes de terre.* — Dans ce cas, on n'a pas besoin de neutraliser la mélasse; le moût de pommes de terre est assez acide pour cela. On vérifie l'acidité, de façon à ce qu'il y ait 1 gramme d'acide par litre en plus. Les drèches peuvent même être données aux animaux, parce qu'on met toujours plus de pommes de terre que de mélasse.

5° *Fermentation à haut degré.* — En Belgique, on fait les moûts plus concentrés (14° Baumé), et on ajoute une plus grande quantité de levure; il y a alors une grande quantité de dépôt de levure dans la cuve. Cette levure est séporée par le filtre et employée comme engrais. Cela vaut mieux que de dis-

Digitized by Google

tiller le liquide trouble, car la levure donne par le chauffage une mauvaise odeur à l'alcool.

Emploi des vinasses. — On a proposé d'employer les vinasses au lieu d'eau, pour diluer les mélasses; mais ce procédé ne s'est pas répandu, car la grande quatité de sels qu'elles contiennent rendrait la fermentation encore plus difficile.

Conduite de fermentation. — La fermentation de la mélasse est très calme. S'il y a des grains mêlés ou du malt, il se forme un chapeau qui se maintient à la surface soutenu par l'acide carbonique. Si le chapeau s'enfonce, cela veut dire que la fermentation ne monte pas bien; il faut la raviver en ajoutant de la levure.

L'augmentation de température est 10° environ, rarement 15°, chiffre bien plus faible que dans les grains. La fermentation se commence à une température un peu plus élevée que celle des céréales (de 18° à 24°).

Il n'y a pas de fermentation complémentaire, ce qui se comprend, puisque la matière fermentescible est formée exclusivement de glucose et de lévulose. La fermentation complémentaire dans les matières amylacées est due aux dextrines, qui se transforment peu à peu en maltose.

La fermentation est ordinairement normale, mais quelquefois il se présente des accidents assez graves.

Si la mélasse contient des azotates et des azotites et si elle n'a pas été bouillie avec un acide, il se dégage du bioxyde d'azote qui, à l'air, devient acide hypoazotique. L'acide hypoazotique est antifermentescible et arrête la fermentation, ou du moins la rend languissante; elle ne se termine pas. Le dégagement de vapeurs nitreuses peut aussi être dû à une fermentation butyrique. L'hydrogène naissant, formé dans cette fermentation, réduit les nitrates et nitrites, et il se dégage du bioxyde d'azote. Cette fermentation, due au ferment butyrique, indique que les vases ont besoin d'être nettoyés. On peut quelquefois l'arrêter en ajoutant un peu d'acide sulfurique.

Si la mélasse contient des acides gras volatils, la fermentation peut aussi être troublée; il suffit d'ajouter un excès d'acide et de neutraliser l'excès avec de la craie, pour la rendre normale. L'ébullition préalable de l'acide a également pour objet de chasser ces acides. Si la mélasse a été caramélisée, la fermentation

Digitized by Google

peut être troublée, les produits empyreumatiques formés étant antiseptiques, dans tous les cas, il y aura une diminution du rendement alcoolique; il n'y aura d'autre remède que de couper cette mélasse avec une mélasse de bonne qualité.

Fermentation des mélasses avec les levures pures (Jacquemin). — L'avantage des levures pures est de pouvoir régler son travail et de le raisonner sans être à la merci d'un ferment quelconque de qualité essentiellement variable.

« La marche de la fermentation a été, en général, régulière; il s'est toujours écoulé sensiblement le même temps — pour des mélasses de composition semblable — entre le point de départ et le point de chute. Comme nous le disons plus haut, ce temps peut se décomposer ainsi : vingt heures pour les petites bassines; douze à quinze heures pour les grandes; quinze heures pour les levains, et trente-six heures pour les grandes cuves.

« L'état de l'atmosphère n'a pas paru exercer d'influence sur la fermentation, même en temps très orageux.

« Par contre, l'acidité de la fermentation variait avec la nature des mélasses. Nous avons pu marcher un moment à 1 gr. 3 d'acidité initiale, tandis que nous avons dû remonter à 1 gr. 8 quand nous avons eu à travailler certaines mélasses caramélisées et fermentées.

« Nous reviendrons tout à l'heure sur ce point.

« En général, l'augmentation de l'acidité volatile était de 4 à 5 dixièmes, acide carbonique déduit.

« La dose d'acide avec laquelle nous marchions étant moins élevée que les années précédentes, *nos salins ont été naturellement plus riches en carbonates*. Ils le seront encore davantage lorsque nous pourrons marcher *constamment* à faible acidité.

« Une particularité qui frappait beaucoup les distillateurs qui venaient se rendre compte de nos fermentations était la différence existant entre les mousses obtenues par les procédés ordinaires de fermentation et celles que produit le travail à la levure pure. — En général, les premières sont épaisses, jaunâtres; les nôtres étaient blanchâtres, très légères, et ressemblaient, à s'y méprendre, à celles des jus de betteraves. C'est là un caractère curieux de la fermentation vinique en travail des mélasses.

« L'activité de la fermentation n'a pas laissé à désirer; elle a varié entre 2 dixièmes et 2 dixièmes et demi à l'heure; elle

Digitized by Google

est devenue plus constante depuis que nous faisons bouillir et ventiler énergiquement nos mélasses.

« Quant à l'épuisement du sucre fermentescible, on peut le considérer comme à peu près complet. Les traces de matières sucrées qui réduisaient encore la liqueur cuivrique étaient, à notre avis, des sucres non fermentescibles.

« Quelle raison expliquerait, en effet, une atténuation dfecctueuse, alors que la fermentation a été active jusqu'à la fin: on admettrait difficilement qu'il pût rester du sucre transformable en présence d'une quantité de cellules plus forte précisément qu'en aucun autre moment de la fermentation.

« La chute variait de 1,9 à 2,1 au densimètre, à 33° de température.

« *Rectification.* — A la rectification, nous avons constaté tant sur les flegmes que sur les alcools, une finesse de goût plus grande que par le passé. La quantité globale des alcools bons goûts de toute qualité fournie par 100 hectolitres de flegmes s'est accrue de 3 pour 100 environ sur l'année précédente; mais l'augmentation est beaucoup plus considérable, si l'on ompare, les quantités d'alcools de cœur obtenues par les procédés ordinaires à celles que produit le travail à la levure pure. La quantité d'alcools supérieurs diminue, principalement l'alcool amylique.

« En résumé, en considérant que le travail à la levure pure a donné une fermentation régulière, une augmentation de richesse de nos salins, résultant de la diminution de l'acidité, et un rendement plus élevé, principalement en alcool fin, il y a lieu d'être satisfait de l'emploi de ce procédé (1). »

CHAPITRE II.

MÉLASSE DE CANNE A SUCRE.

Cette fermentation se fait dans les pays chauds; la mélasse de canne a à peu près la même composition que celle de betteraves; sauf les proportions, elle est moins saline, plus riche en sucre de canne et glucose; mais les glucoses ne fermentent

(1) Essais faits à la distillerie de Corbehem.

Digitized by Google

pas complètement, aussi le rendement alcoolique est toujours inférieur à l'analyse.

En France, on les mélange aux mélasses de betteraves. Aux colonies, on se propose de faire du rhum; on procède différemment. Nous y reviendrons.

CHAPITRE III.

APPAREILS POUR LA FERMENTATION.

Préparation du levain. — La préparation mécanique du levain permet un mélange plus exact et donne le moyen d'obtenir une température plus uniforme.

Tous les appareils à lait de malt peuvent être employés à cet usage.

Leinhaas utilise le broyeur centrifuge que nous avons décrit et qui s'adapte à la cuve à levain. Le tritureur Kyll (fig. 73) est également muni d'un broyeur centrifuge.

L'appareil horizontal avec agitateur de Venuleth et Ellenberger (fig. 74) est formé d'une auge à doubles parois, entre lesquelles on verse de l'eau chaude qu'on peut réchauffer avec de la vapeur.

L'appareil Eckert (fig. 75) est muni d'un malaxeur centrifuge et de doubles parois.

Les cuves à levains portent également des appareils pour refroidir ou réchauffer; les uns sont dans la cuve à demeure; d'autres peuvent être introduits à volonté au moment du besoin dans la cuve. Ils ont différentes formes. En somme, ce sont toujours des tubes disposés en serpentin ou autrement dans lesquels circule un courant d'eau (fig. 80).

D'autres ont des réfrigérants indépendants, tels sont :

Le réfrigérant tubulaire de Venuleth et Ellenberger, celui de Paucksch, déjà cité plus haut.

Le choix entre ces diverses dispositions est déterminé surtout par les commodités de l'industriel.

Le moût et le levain refroidis sont mêlés dans la cuve à fermentation.

Digitized by Google

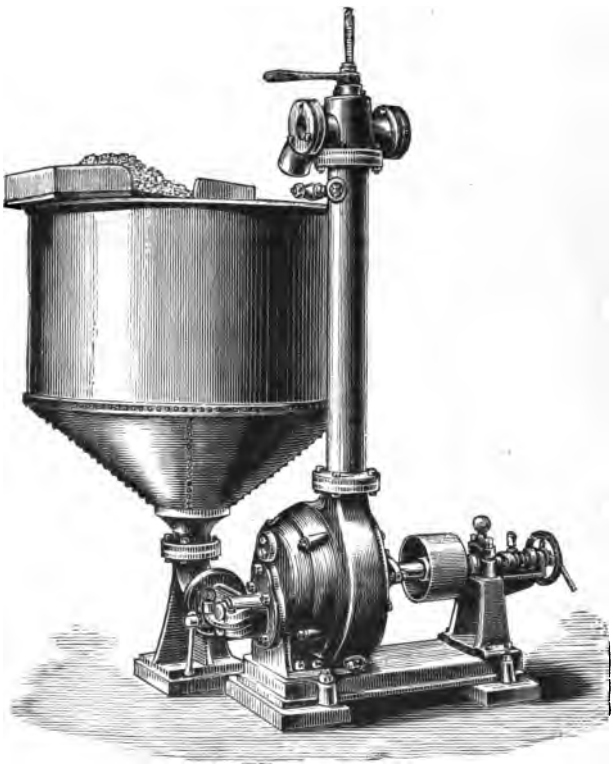


Fig. 73. — Tritureur de malt vert et macérateur de levains (brevet Bohm) (Kyll)

Digitized by Google

Cette cuve est en bois, généralement. Nous l'avons déjà décrite.

On peut y adapter un des réfrigérants mobiles ou fixes que nous venons de décrire.

Le macérateur à auge (fig. 76 et 77) est en fer forgé. La partie

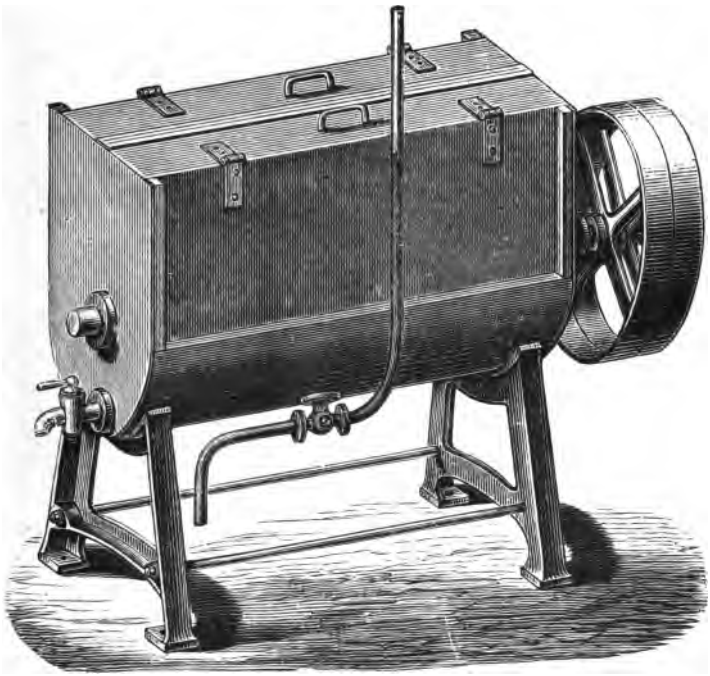


Fig. 74. — Malaxeur pour la préparation du moût à levain (Venuleth et Ellenberger).

inférieure est à doubles parois; entre les deux circulent de la vapeur ou de l'eau, suivant le besoin. L'un des deux robinets de côté, qu'on voit sur la coupe, sert à l'arrivée de l'eau; l'autre sert de trop-plein. La vapeur entre par une soupape à tiroir; le petit

Digitized by Google

robinet inférieur sert à évacuer l'eau de condensation; le grand robinet sert à l'écoulement du moût.

Le macérateur de forme ronde (fig. 78 et 79) n'est employé que dans les grandes industries. Il est en fonte à doubles parois. La

Fig. 75. — Appareil à brasser les levures (H.-F. Eckert).

vapeur, pour réchauffer, entre par A, et l'eau de condensation sort par D. L'eau de refroidissement, quand on veut refroidir, passe par les deux autres robinets de côté. Un agitateur horizontal mélange parfaitement les matières.

La figure 80 représente un ensemble de dispositions adoptées par la même maison pour refroidir les cuves à fermentation

Digitized by Google

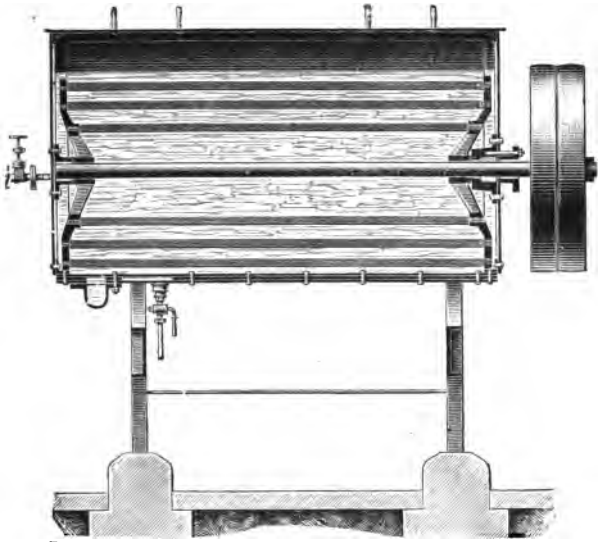


Fig. 76. — Macérateur à levain en forme d'auge (H. Paucksch).

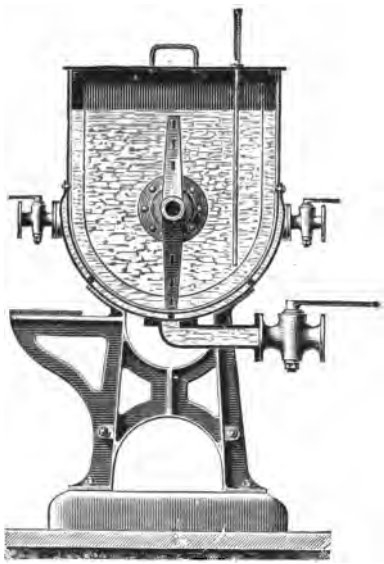


Fig. 77. — Macérateur à levain en forme d'auge, coupe (H. Paucksch).

Digitized by Google

et les levains. Les serpentins de la partie gauche de la figure sont destinés aux levains; ils sont verticaux. Ceux de droite, horizontaux, sont destinés aux cuves à fermentation.

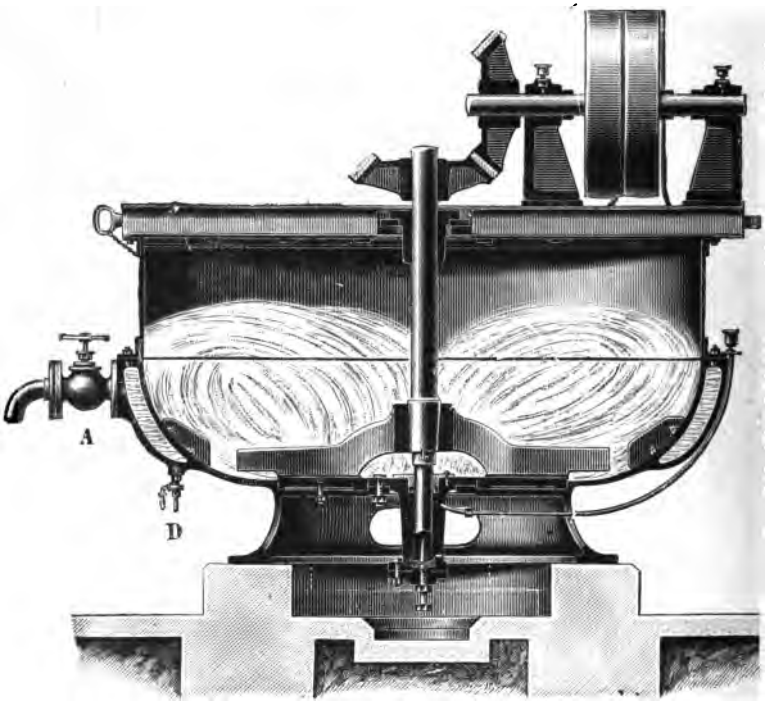


Fig. 78. — Macérateur à levain et à lait de malt, forme ronde (H. Paucksch).

Fermentation des topinambours. — Cette matière se traite avec les mêmes appareils que la pomme de terre et la betterave, suivant les circonstances.

Digitized by Google

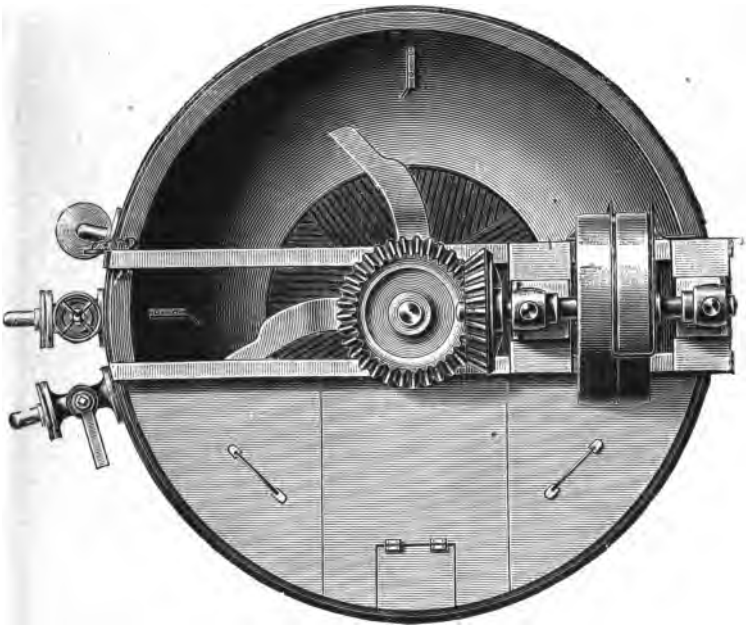


Fig. 79. — Macérateur à levain et à lait de malt, forme ronde (H Paucksch).

Digitized by Google

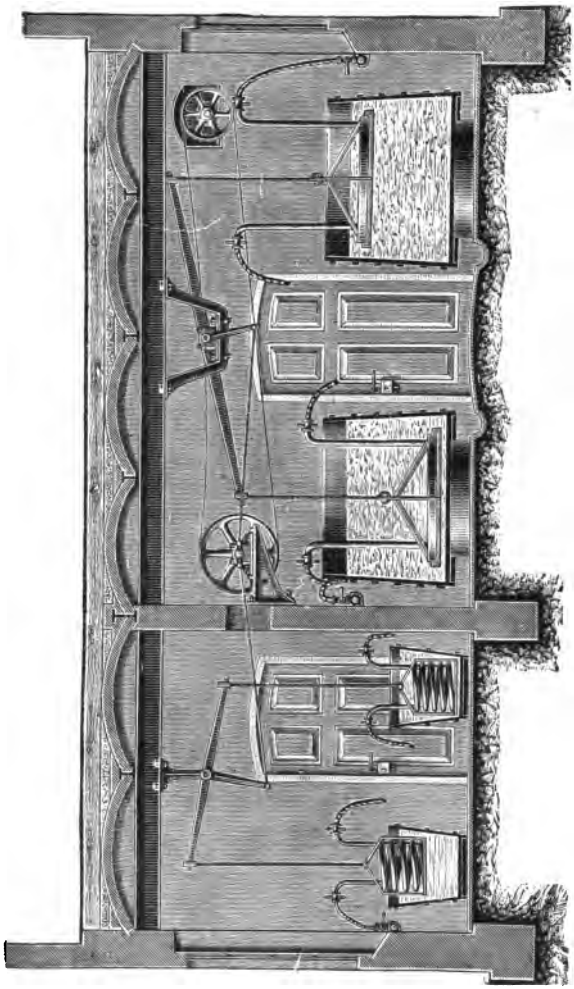


Fig. 80. — Construction mécanique pour refroidir le moût et le levain dans les cuves à fermentation et à levain (P. Pauckach).

Digitized by Google

Fermentation des betteraves. — Le traitement de la betterave, ainsi que nous l'avons dit, exige certaines précautions particulières différentes de celles des céréales. La préparation des cossettes est de la plus haute importance. Le coupe-racines Barbier (fig. 81 et 82) est muni de cloisons hélicoïdales placées

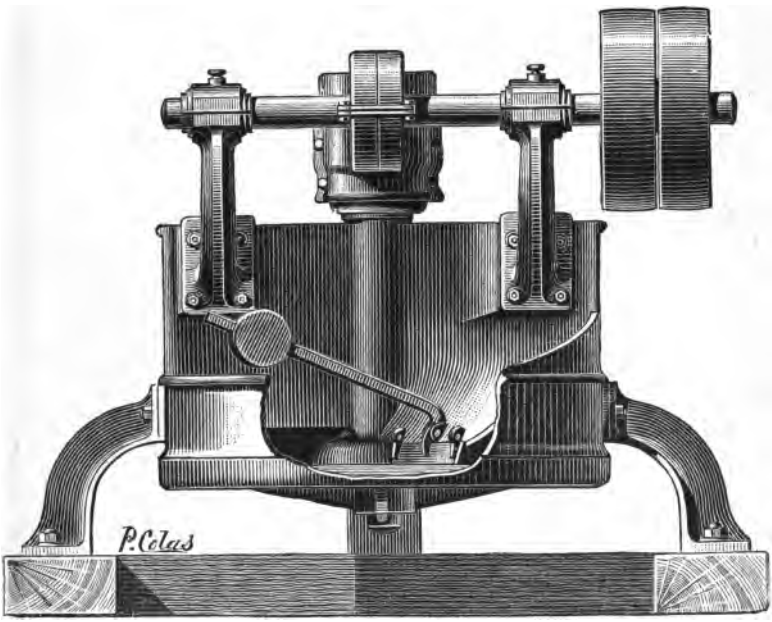


Fig. 81. — Coupe-racines. Élévation (Paul Barbier).

dans la trémie, qui entraîne la betterave jusqu'à ce qu'elle soit entièrement découpée.

Le même constructeur fabrique des diffuseurs en bois ou en fonte (fig. 83), commodément disposés et d'un maniement commode. Ils peuvent se monter en batterie circulaire ou en lignes.

Digitized by Google

Les macérateurs contiennent de 12 à 1500 kilos de betteraves. Ils sont montés à une certaine hauteur, comme le montre la figure 83, pour faciliter la décharge des cossettes. Le fond est en fonte et refermé par une fermeture à joint de caoutchouc et à vis G. Le macérateur de droite est dessiné en coupe et montre que le fond est garni d'une tête perforée qui permet la circulation facile du liquide. Au-dessus se trouve le coupe-racines A et un

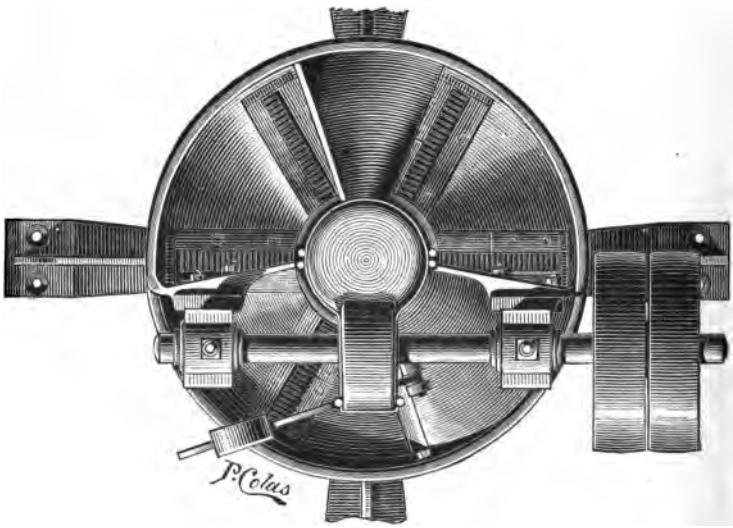


Fig. 82. — Coupe-racines. Plan (Paul Barbier).

transporteur horizontal B qui distribue aux macérateurs les cossettes.

L'acide est distribuée en pluie de façon à bien mouiller régulièrement les cossettes. La vinasse est versée dans le diffuseur le plus ancien et passe successivement sur les autres jusqu'au dernier chargé de façon à faire un épuisement méthodique. Le jus s'en va ensuite à la fermentation.

Fermentation des mélasses. — Il n'y a rien à ajouter de particulier à ce que nous avons déjà dit à ce sujet.

Digitized by Google

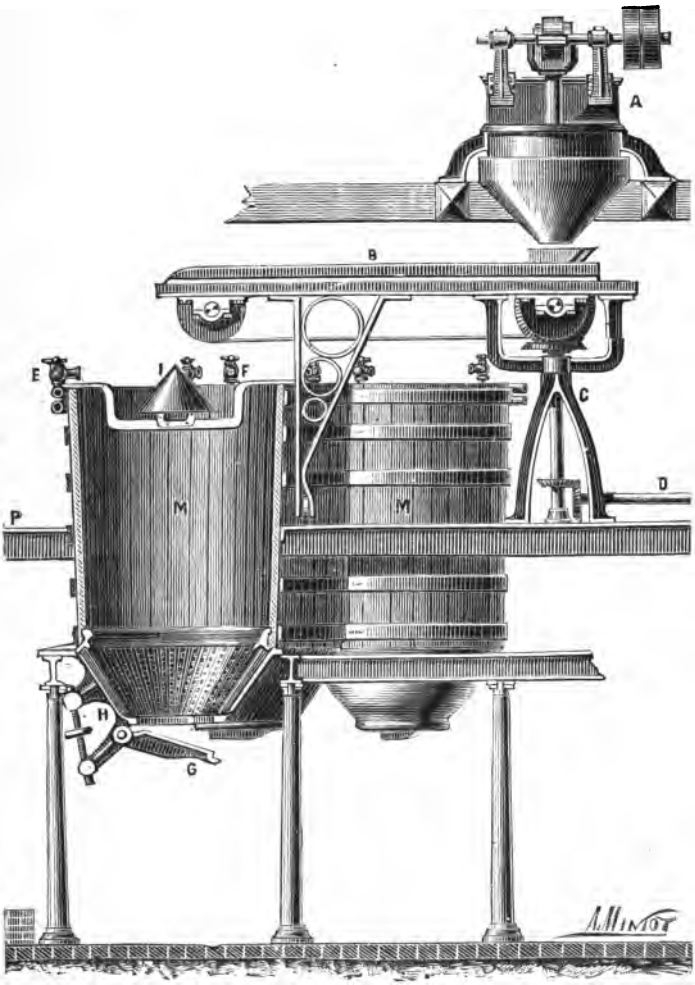


Fig. 83. — Macérateur diffuseur. Élévation. Procédé Paul Barbier.

Digitized by Google

LIVRE III.

INDUSTRIE DE LA LEVURE.

PREMIÈRE PARTIE.

LEVURE DE BRASSERIE.

Article 1er. — Préparation.

Dans la fabrication, il se forme une grande quantité de levure que le brasseur recueille et n'emploie qu'en partie pour sa fabrication. Le reste est vendu aux boulangers, aux patissiers et aux distillateurs. Voici rapidement sa préparation :

Quand la fermentation de la bière est terminée, il reste au fond de la cuve un dépôt qui est formé de trois couches: la première est une boue légère, brune, qu'un simple lavage à l'eau, opéré avec précaution, entraîne. On l'appelle *levure grise*. Au-dessous se trouve une couche d'un blanc jaunâtre plus compacte : c'est la levure pure; elle sert aux fermentations suivantes. Enfin la couche inférieure est très impure ; on enlève la levure autant que possible, on la lave à l'eau froide et on la couvre dans un baquet refroidi jusqu'au moment de s'en servir.

Mais le brasseur produit beaucoup plus de levure qu'il n'en consomme ; aussi le superflu était vendu aux boulangers, aux patissiers et aux distillateurs.

Cette levure a une saveur amère, qu'elle doit au houblon, et une odeur forte. Enfin, en brasserie, on remplace quelquefois le houblon par diverses substances amères différentes, de sorte qu'on

Digitized by Google

a cherché à remplacer, pour la boulangerie et la patisserie, la levure des brasseurs par une autre levure qui serait tout à fait pure et n'aurait que l'odeur et la saveur, *sui generis*, de la levure. On a essayé divers traitements pour enlever la saveur du houblon, mais sans succès suffisant, ou bien on enlevait en même temps la vie à la levure.

Article 2. — Purification.

Voici quelques procédés qu'on a employés pour purifier la levure de brasserie et lui redonner la force que le traitement lui avait fait perdre. Tous sont basés sur l'action des alcalis, ou mieux des sels alcalins.

On met la levure sortant des cuves dans un sac en toile de bluterie fine; puis on l'agite en la malaxant dans l'eau froide. La levure traverse l'étoffe et passe dans l'eau. On ajoute assez d'eau pour faire trois fois le volume primitif de la levure; on ajoute 5 à 10 grammes de carbonate d'ammoniaque par litre de levure; on mélange bien et on laisse déposer la levure. La résine de houblon reste en dissolution. On décante l'eau à mesure que la levure se dépose. Comme nous l'avons dit, cette levure a beaucoup perdu de sa force.

On délaie du malt d'orge dans l'eau. On chauffe à 65°. On décante le liquide après dépôt et on ajoute de l'acide tartrique (22 grammes par hectolitre). On laisse le liquide s'acidifier pendant vingt-quatre heures dans une salle dont la température soit de 24° environ. La quantité de malt se calcule pour avoir 20 pour 100 de glucose en dissolution. On mêle avec un volume moitié de levure, et on porte à la température de 25°. On a bientôt une fermentation énergique. Il se fait de nouvelle levure qui augmente la quantité et la force de la levure primitive. On la laisse déposer et on la presse. En somme, ce procédé consiste à remplacer la levure primitive par une nouvelle levure jeune.

D'autres remplacent le carbonate d'ammoniaque par le carbonate de soude.

Voici un procédé plus simple : On mélange la levure avec six fois son volume d'eau bien froide, à laquelle on ajoute un peu de carbonate d'ammoniaque; on agite, on laisse reposer dans une grande cuve plate. Le liquide sale qui surnage est décanté; puis on ajoute de nouvelle eau; enfin on passe au filtre-presse. La levure qui reste est assez pure.

Digitized by Google

Quand la levure ne veut pas se déposer, on ajoute un peu de glace ou un peu d'alun qui facilite le dépôt.

On sait, du reste, que la brasserie fait usage de deux sortes de levures : la *levure haute* et la *levure basse*.

DEUXIÈME PARTIE.

LEVURE DE DISTILLERIE.

Article 1er. — Généralités.

La levure fabriquée par les procédés que nous allons décrire est la levure haute, exclusivement, parce qu'elle est la plus prolifique. Le principe de la fabrication consiste à faire des moûts épais qui forcent les bulles d'acide carbonique à monter à la surface en entraînant les globules de levure. Cette montée de la levure lui permet de s'aérer et lui donne une force germinative plus grande. Dans les moûts clairs, la levure monte moins ou pas. Mais il est probable que, au point de vue de la force de la levure, on arriverait au même résultat en aérant artificiellement le moût.

La fabrication de la levure a pour base les céréales, comme les fermentations de grains. Il semblerait, au premier abord, que ces deux fabrications sont identiques ; il n'en est rien. Si les matières premières sont les mêmes, elles ont besoin d'être choisies spécialement et manipulées avec plus de soins et de précautions.

Si les produits obtenus sont les mêmes, l'alcool, au lieu d'être le produit principal, n'est que l'accessoire. C'est la levure qui est le produit important auquel tous les autres sont sacrifiés. On perd de l'amidon, on perd de l'alcool, cela importe peu s'il y a plus de levure produite ou si elle est de qualité meilleure.

En réalité, si cette industrie a une allure plus mystérieuse que l'alcoolisation proprement dite, elle le doit aux propriétés encore assez mystérieuses aussi de cet être vivant, la levure, et aux procédés opératoires qui sont encore presque aussi empiriques qu'au début de la création de cette industrie. Il semble depuis quelque temps, à en juger par les efforts faits pour la

Digitized by Google

culture de la levure pure, et par les résultats même pratiques déjà obtenus, que cette industrie marche vers une période de rénovation, et que les vieilles formules sacrosaintes de l'empirisme ont fait leur temps. Cependant, ce sont encore les vieilles formules qui sont la base de l'industrie de la levure, et ce sont elles que nous allons étudier particulièrement.

Article 2. — Matières premières.

Examinons les matières premières employées par le fabricant de levure.

La plus importante est le *malt* dont nous avons déjà parlé : c'est le malt sec qui est préféré, parce qu'il contient plus d'éléments nutritifs à poids égal. Il faut qu'il soit germé bien également, pas trop touraillé, c'est-à-dire d'une belle couleur jaune clair, de grosseur moyenne bien égale, les grains moyens étant plus riches en matières azotées. Le malt ne doit pas être employé de suite après la sortie de la touraille, sans doute parce qu'à ce moment il ne contient plus de ferments lactiques; il faut le laisser reposer quinze jours. L'acidification et la saccharification se font mal avec du malt, récemment touraillé. On préfère le malt sec au malt vert trop humide. Le *seigle* joue aussi un rôle très important; on lui attribue l'apport principal de la matière azotée, nourriture de la levure; il ne faut pas oublier cependant que le malt en apporte une partie. La matière azotée du seigle paraît, néanmoins, avoir une grande importance. Les seigles russes ont une richesse en azote encore supérieure aux seigles français et allemands.

Le *maïs* est employé mélangé au seigle, comme matière amylacée; le son, étant très lourd, reste au fond, et la levure est plus belle. On attribue aussi à sa matière grasse une influence favorable suivant les uns, défavorable suivant d'autres.

Outre les grains ci-dessus, on emploie concurremment ou à la place du malt d'orge, le malt de froment et de maïs, à la place du seigle et du maïs, le sarrasin et toutes les céréales. On a proposé, comme en distillerie, les *germes de malt*; mais cette matière, riche, il est vrai, en principes nourriciers, est d'un emploi difficile et est chargée d'une grande quantité de bactéries; ils sont, par suite, d'une utilité douteuse.

Passons en revue, maintenant, les diverses opérations de la fabrication.

Digitized by Google

Article 3. — Fabrication.

§ 1er. — Préparation des moûts.

Macération et saccharification. — Cette opération a pour but, comme nous l'avons vu, de mettre la diastase en état d'agir sur l'amidon, transformé en empois de façon à produire du maltose et de la dextrine.

Dans la distillerie, on cherche à saccharifier le plus complètement possible, de façon à avoir le plus fort rendement que possible en alcool.

Le fabricant de levure, au contraire, ne cherche pas à saccharifier complètement, mais à utiliser surtout le plus possible les matières albuminoïdes qui donneront de la nourriture à la levure. Pour atteindre ce but, on chauffe aussi peu que possible, pour ne pas coaguler les matières albuminoïdes; on reste à la température de 50°. Mais, en pratique, il n'est pas toujours possible de se tenir à cette température; beaucoup de matières amylacées ne se mettent pas en empois à une aussi basse température. En théorie, l'amidon de seigle se met en empois à 55°, celui du maïs et de l'orge à 62°,5, celui du sarrasin à 70°; mais il faut tenir compte que, dans les céréales, il faut, avant de mettre l'amidon en empois, désagréger les cellules qui le renferment. Or le maïs, par exemple, dont les cellules sont très dures, cornées, ne se met pas réellement en empois avant 80°.

Il nous paraît que la crainte des fabricants de levure est exagérée et basée sur des expériences incomplètes. Sans doute, si on chauffe les matières à quelques degrés au-dessus de 50°, elles se coagulent et deviennent insolubles. Mais il n'en est plus de même si on chauffe plus fort, comme dans les cuiseurs; les matières albuminoïdes se redissolvent et se transforment en peptones. On pourrait donc très certainement dissoudre tout l'amidon et nourrir la levure, aussi bien, peut-être même mieux, que par le procédé ordinaire.

La saccharification se fait en trois parties :

1° *Empâtage.* — On délaie la moûture avec de l'eau à 50°-55°, de façon à ne pas avoir de grumeaux qui nuiraient à la saccharification. On emploie 80 à 90 litres pour 50 kilogrammes de moûture; on introduit la moûture d'un seul coup ou en plusieurs fois.

On mêle ensuite 50 kilogrammes de malt et 100 litres d'eau

Digitized by Google

froide, on laisse tremper un peu; puis on chauffe et on ajoute la farine.

Le maïs doit être cuit d'avance à part pour faire l'empois; on laisse un peu refroidir et on ajoute dans le malt en agitant pour avoir un mélange parfait.

2° *Formation de l'empois.* — La température est tombée à environ 45°; on chauffe, soit à la vapeur, soit avec de l'eau bouillante, pour élever peu à peu la température.

Le maïs se cuit à part, parce qu'il exige une température plus élevée; on ajoute l'empois au mélange des autres farines avec l'eau.

Le maïs commence à se gonfler à 70°. On commence à chauffer d'abord à 62°, puis on laisse reposer une demi-heure après avoir bien agité; on introduit de nouveau de la vapeur, en agitant, pour que le maïs ne se colle pas au tube de vapeur, jusqu'à 72°; on couvre et on laisse reposer une heure.

3° *Saccharification.* — On mélange, comme nous l'avons dit, et on laisse la saccharification se faire; le temps varie avec le malt, les grains et la température de l'opération. Le seigle est plus long à saccharifier que le maïs, parce que le maïs est cuit d'avance. Il faut de une heure à une heure et demie. La cuve doit être fermée; on réchauffe de temps en temps pour maintenir la température à 62°. Quand la saccharification est terminée, il se forme une écume blanche et fine, qui est regardée comme un signe de bonne marche.

En résumé, dans les procédés de fabrication, on suit la même marche que dans le travail des grains par les anciens procédés de la distillerie.

Farines. — Les grains doivent être moulus avant l'emploi; mais il faut les moudre un peu à l'avance, pour que la farine ait le temps de se refroidir et de s'hydrater un peu. Sans cela, elle se délaierait mal et formerait des grumeaux. Les moulins employés sont généralement les moulins à cylindres. Les cylindres sont en fonte trempée, à écartement maintenu constant par un système de réglage. Les surfaces sont couvertes de fines cannelures hélicoïdales.

C'est généralement au maïs, au seigle et au malt d'orge, plus ou moins remplacé par d'autres malts, surtout par le maïs malté, qu'on s'adresse pour la préparation des moûts.

Digitized by Google

Cette opération se fait dans des cuves spéciales nommées *macérateurs* munies d'agitateurs mécaniques qui permettent le mélange intime des farines et de barboteurs de vapeur pour élever la température au point voulu ; il faut, comme nous le verrons, plusieurs macérateurs.

Dilution et acidité des moûts. — Les moûts, pour être mis en fermentation, doivent être étendus à une densité de 1,035 à 1,040 et amenés à une température de 26° à 28°. Ce chiffre est plus élevé que pour la fabrication de l'alcool.

Les moûts doivent être acides; s'ils ne le sont pas suffisamment, on les acidule avec l'acide sulfurique, soit 10 grammes par hectolitre. Les moûts de seigle doivent être plus acides que ceux du maïs ; les chiffres d'acidité peuvent varier dans de larges limites. Au lieu d'ajouter de l'acide sulfurique, on peut acidifier avec les vinasses liquides. Cette addition de vinasses se fait au moment de la mise en fermentation. Plus le moût sera acide, plus la levure sera pure; on diminuera l'acidité, si la levure tend à s'élever trop dans les cuves.

§ 2. — Préparation du levain.

De même qu'en distillerie, il faut mettre en fermentation avec un levain: c'est l'opération la plus importante de la fabrication.

Il se prépare comme le levain de distillerie, avec quelques modifications qui paraissent avoir une grande importance.

Le levain de levure doit être plus épais et préparé à une température plus élevée. Il doit être exempt de bactéries et être très actif au point de vue de la reproduction de la levure et de sa force de fermentation; car il doit terminer la fermentation malgré la récolte de la levure.

Il faut donc que toutes les matières soient bien divisées et saccharifiées, et acidifiées, de façon à avoir la plus grande quantité de sucre et de peptones.

On se sert habituellement, pour les levains, de levure, de malt d'orge et de seigle La farine de malt doit être blutée pour éviter l'introduction des germes qui sont fixés sur le son. Mais celle de seigle ne doit pas l'être, afin de conserver toutes les matières protéiques.

Le travail du levain se fait généralement à la main directe-

Digitized by Google

ment dans les cuves à levains, sans employer d'appareils intermédiaires. On peut mettre toute l'eau d'une seule fois, ou bien la mettre par fractions; bien que cette méthode soit plus coûteuse comme main-d'œuvre, puisqu'elle exige trois hommes au lieu de deux, c'est elle qui est généralement adoptée. L'eau est mise à la température de 66°, de façon à avoir 63° dans la cuve à levain.

Quand tout est bien mélangé, la cuve est couverte et abandonnée à elle-même pendant deux heures; les farines se saccharifient pendant ce temps; on découvre la cuve, qui est à ce moment couverte d'une croûte jaune grisâtre compacte sous laquelle la saccharification se fait. Le levain est abandonné en cuve ouverte pendant soixante heures, pour l'acidification.

C'est pendant ce temps que la fermentation lactique se déclare. La température s'abaisse à 40°-45°, et l'acidité, évaluée en acide sulfurique, monte à 4 à 5 grammes par litre. La concentration des levains est nécessaire pour la conservation de la température et pour éviter la fermentation spontanée.

Pour le mettre en levure, il faut le diluer avec de l'eau froide et on ajoute de la glace pour achever le refroidissement à 20° environ. On met en levure avec de la levure pressée, prélevée dans une fermentation précédente qui a été préparée pour cela, et cette levure est travaillée à part.

On peut aussi employer de la levure mère, comme pour la distillerie. On en met 50 pour 100 du volume du levain, soit 50 litres de levure mère pour 1 hectolitre de levain. Si on emploie en même temps de la levure mère et de la levure pressée, on peut mettre 25 pour 100 en volume de levure mère et 2 pour 100 de levure pressée sèche. Si on ne met que de la levure pressée, on en met 4 pour 100 du poids des matières premières. Du reste, tous ces chiffres n'ont rien d'absolu et varient avec les différentes circonstances dans lesquelles on opère; il ne faut pas oublier que nous sommes en plein dans le domaine de l'empirisme.

La fermentation commence une demi-heure après la mise en levure. La température monte un peu et arrive à 30°; la fermentation est très active, puis elle diminue, et après douze heures on distingue à la surface des taches blanches de levure. Le levain tombe un peu au-dessous des bords de la cuve, et la densité a diminué de moitié environ. On dit que le levain est mûr et peut être employé. C'est à ce moment qu'on peut prélever la levure mère qu'on conserve comme en distillerie. Lorsqu'on a tra-

Digitized by Google

vaillé longtemps avec la même levure, elle s'affaiblit; on en demande alors dans une autre distillerie qui n'est pas meilleure. Il serait préférable certainement de reproduire sa levure soi-même par la culture.

§ 3. — Fermentation.

On transporte le levain à la cuve dans des baquets (fig. 84), une heure avant le chargement du moût, afin de faire un pied de cuve. On y ajoute une certaine quantité de moût épais à 38° centigrades; la masse entre en fermentation tumultueuse. On y ajoute le reste du moût, puis de l'eau froide et de la vinasse en proportions variables. La température du mélange doit être de 22° en été, de 25° en hiver.

Au bout d'une heure, le son monté à la surface forme une croûte de 6 à 7 centimètres d'épaisseur. Trois heures après, le chapeau se fendille, la masse se gonfle, et le moût en fermentation passe par-dessus le chapeau; après sept à huit heures, la mousse monte jusqu'aux bords de la cuve. Enfin, dix à douze heures après, elle commence à baisser, la levure est mûre. On la récolte en écumant avec des cuillers en fer blanc, de façon à prendre le moins de moût que possible. L'écumage d'une cuve dure six à dix heures. Si on écume avant la maturité, la levure se presse mal; si on écume trop tard, elle retombe au fond de la cuve et est perdue. Mais pour avoir une bonne levure, il est préférable d'écumer un peu trop tard que trop tôt. On a aussi quelquefois des fermentations tumultueuses, soit à cause du trop d'acidité, soit que le levain ne soit pas assez mûr.

Quand l'écumage est fini, on laisse la fermentation complémentaire se terminer pendant quinze à vingt heures, puis on envoie à la distillation.

§ 4. — Traitement de la levure.

Lavage. — La levure, pendant l'écumage, est versée dans une rigole en cuivre, d'où un courant d'eau l'entraîne dans un réservoir; puis elle traverse deux tamis qui arrêtent les sons et laissent passer la levure entraînée par une pluie d'eau. Ces tamis sont formés, le premier de toile de cuivre n° 120, le deuxième de soie fine.

La levure se rend ensuite dans les cuves de décantation, où

Digitized by Google

elle est mêlée avec de l'eau très froide (10° environ) pour arrêter la fermentation. La levure se dépose au bout de deux ou trois heures, formant deux couches, au fond la levure pure, au-dessus une couche grisâtre formée de levure non mûre et de ferments étrangers qu'on désigne sous le nom de *levure grise*. L'eau qui surnage retient de l'alcool et un peu d'huile à la surface. On envoie l'eau à la distillation ainsi que la levure grise.

Pressage. — La couche supérieure est recueillie dans des bacs et envoyée par une pompe aux filtres-presses.

La pression atteint 7 à 8 kilogrammes. La filtration est plus ou moins facile et plus ou moins rapide, suivant son état.

Pour faciliter cette opération, on ajoute dans la cuve à décantation une quantité variable d'amidon, de fécule ou d'un mélange des deux.

Cette addition est faite dans le but de faciliter le travail et n'a aucune influence sur la conservation, contrairement à l'opinion générale.

La levure est alors en plaques jaunâtres, d'autant plus claires qu'elle est meilleure. On la met généralement en pains de divers poids au moyen d'une boudineuse, qui la fait sortir en prismes quadrangulaires qu'on coupe à la dimension convenable. On la conserve dans un endroit froid et sec, dans une chambre en communication avec une glacière, par exemple.

Le rendement des cuves est très variable, même en opérant toujours dans les mêmes conditions et sans qu'il soit possible de se rendre compte des motifs : ce qui se comprend dans des masses de composition aussi complexe. Alors le chef de fermentation modifie les proportions, ajoute un peu de malt. On retranche un peu de seigle; on introduit de l'orge, du maïs ou du sarrasin, jusqu'à ce que la fermentation redevienne normale, sans qu'il soit possible de dire si la guérison est due à ces changements ou s'est faite malgré eux.

De là, la quantité considérable de recettes qui toutes ont donné (au moins une fois) de bons résultats, mais qui, essayées par d'autres fabricants, se montrent absolument inefficaces, parce qu'il est impossible de se rendre compte d'une façon absolue des circonstances multiples qui peuvent avoir de l'influence sur le développement de la levure.

De grands efforts sont tentés en Allemagne pour arriver à modifier dans un sens plus rationnel cette fabrication. Le pro-

Digitized by Google

cédé employé consiste à filtrer les moûts et à travailler en moûts clairs en aérant artificiellement. La filtration des moûts est difficile quelquefois, et on perd ainsi les matières azotées, en partie du moins. En augmentant l'acidité, on arrive à en dissoudre une quantité plus considérable.

C'est dans la cuisson préalable qu'il faut chercher la dissolution plus parfaite, soit des matières amylacées, soit des matières azotées. La cuisson sous pression a été essayée, mais à trop haute température. On a obtenu des liquides colorés qui donnaient à la levure un aspect peu commercial. Au contraire, en chauffant à 110°-120° au plus, on aurait moins de coloration, et on sait qu'à cette température les matières albuminoïdes se transforment rapidement en peptones.

§ 5. — Recettes diverses.

Le procédé suivant est employé dans quelques distilleries. Nous en résumons la description d'après M. Barbet (1).

Préparation du levain. — On mèle, dans la cuve (fig. 85) : farine de seigle, 290 kilogrammes; farine de malt, 220 kilogrammes.

On brasse avec une pelle en bois (fig. 86) de façon à faire pénétrer le plus d'air possible et à mêler le mieux possible les farines ; on fait le mélange en plusieurs fois dans les proportions suivantes :

Eau	80 litres	Malt	16 kilos	Seigle	37 kilos
—	80 —	—	0 —	—	36 —
—	80 —	—	16 —	—	36 —
-	60 —	—	32 —	--	36 —
—	40 —	—	50 —	—	0 —

On prend l'eau à 66° environ, de façon à ce que la température du mélange soit exactement 63°. On couvre la cuve pendant deux heures, puis on la découvre et on l'abandonne pendant soixante heures pour l'acidification ; la température s'abaisse à 40-45° environ, et l'acidité monte à 4 à 5 grammes par litre en acide sulfurique monohydraté. On l'étend alors avec 80 litres d'eau froide et de la glace pour l'amener à 22° en hiver ou 20° en été, et on met en levure en ajoutant 3 kg. 5 de levure pressée par 100 kilogrammes de grains.

(1) Barbet, *Manuel de distillerie.*

Digitized by Google

La levure pressée est, comme nous l'avons dit, empruntée à une fermentation spéciale.

L'acide carbonique se dégage bientôt ; la température monte lentement jusqu'à 27°, et même 30° ; puis, après douze heures,

Fig. 84. — Baquet à levain.

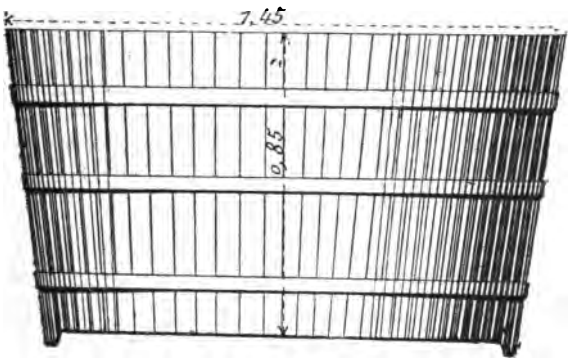


Fig. 85. — Cuves à levain.

Fig. 86.
Pelle à levain.

la fermentation, jusque-là très active, s'est calmée, et il reste à la surface des amas blancs de levure ; le niveau a baissé de 4 centimètres et la densité a diminué de moitié. Le levain est mûr.

Digitized by Google

On introduit alors le levain dans la cuve, une heure avant le chargement, au moyen du bac à levain (fig. 85) porté par deux hommes pour faire un pied de cuve. On ajoute 6 hectolitres de moût épais qu'on a préparé, comme nous allons voir, pendant que le levain se fait. Une fermentation très active s'établit ; on verse le reste du moût, de l'eau et de la vinasse froide, de façon à avoir la température de 22° en été et de 25° en hiver, et une densité de 1,035 à 1,040.

On mèle avec soin. L'acidité doit être de 1,8 à 2,5 en acide sulfurique. C'est la vinasse qui est chargée de fournir l'acide; on complète avec l'acide lactique.

Après une heure, le son est monté à la surface et y forme un chapeau ; après trois heures, le chapeau se fendille, le gonflement commence, l'écume déborde, et, après sept à huit heures, les bulles se chargent de levure.

Après dix ou douze heures, la levure est mûre, et on peut écumer lorsqu'elle commence à redescendre.

Préparation du moût. — Le moût est formé de malt d'orge sec (500 kilogrammes), maïs ordinaire (1.080 kilogrammes) et seigle (1.100 kilogrammes) ; on empâte dans un macérateur mécanique avec agitateurs. Il faut 3 macérateurs, 2 placés plus haut qui peuvent se vider dans ceux du bas.

On introduit dans un des macérateurs du haut 15 hectolitres d'eau froide et la farine de malt; on parfait le volume de 36 hectolitres, et on fait couler le tout dans le macérateur du bas, où on a introduit la farine de seigle. Dans le deuxième macérateur supérieur, on met 40 hectolitres d'eau et la farine de maïs. On chauffe ce dernier macérateur à 93° pendant trois quarts d'heure en brassant mécaniquement.

On fait couler l'empois dans le macérateur inférieur, où se trouve le seigle, de façon à ne pas dépasser 60°. On maintient la température pendant deux heures. L'agitateur tourne de temps en temps.

On conduit avec une pompe le moût dans la cuve à fermentation, en ajoutant de l'eau et de la vinasse pour avoir une densité de 1,035 à 1,040, et une température de 22° en été et de 25° en hiver.

Procédé Schubert. — 1° *Acidification et saccharification.* — On mélange 150 kilogrammes de malt concassé et 450 kilogrammes de seigle égrugé très fin et simplement bluté.

Digitized by Google

On ajoute 1.070 litres d'eau à 70°, et on brasse à la pelle de façon à ce qu'il n'y ait pas de grumeaux. On ajoute 1 kilogramme de levure et on abandonne une demi-heure au repos. La levure ajoutée sert, sans doute, à fournir la matière azotée nécessaire à la fermentation lactique et, plus tard, à la fermentation alcoolique.

On ajoute ensuite 9 hectolitres d'eau à 90°; on bat longtemps de façon à obtenir une température de 65° environ, pour avoir le plus de sucre que possible et aussi peu qu'on pourra de dextrine. On abandonne à la saccharification pendant trois heures en couvrant la cuve, et on agite toutes les demi-heures. On soutire le moût dans des bacs et on laisse s'acidifier à l'air. Quand il est à 40°-48°, on l'introduit dans la cuve à fermentation; on ajoute de l'eau et du moût clair, de façon à avoir la température de 25° à 30°. La proportion des matières sèches à l'eau doit être de 1 à 5; environ 10 hectolitres de liquide formés de 2/3 d'eau et de 1/3 de moût épuisé provenant d'une opération précédente (vinasse).

2° *Fermentation.* — On ajoute alors 1 kilogramme de levure pour 100 kilogrammes de matières.

On peut verser la levure délayée directement dans le moût ou, ce qui vaut mieux, la délayer dans un moût spécial de malt pur concentré. On l'ajoute dans la cuve, quand la fermentation est en pleine activité, dix à douze heures après la mise en levain; on commence la récolte lorsque les bulles d'acide carbonique sont devenues troubles, opalescentes comme la mousse du lait.

Autre procédé. Préparation du levain. — On emploie deux cuves (fig. 86) de 12 hectolitres pour un levain, dans le travail à la main. Des cuves plus grandes ne pourraient être travaillées que mécaniquement.

Le levain pour les deux cuves se compose de :

Seigle.	289 kilos	partagé en 4 sacs
Malt	233 —	— —

qu'on distribue dans les deux cuves.

On introduit d'abord dans chaque cuve 1/2 sac de seigle et 80 litres d'eau à 92°.

On bat avec soin avec une pelle à levains; on ajoute de nouveau 1/2 sac de seigle et 80 litres d'eau, et on recommence à battre.

Digitized by Google

On continue ensuite d'ajouter en deux fois 1 sac de seigle et 200 hectolitres d'eau à 92°, puis 2 sacs de malt en deux fois et 120 hectolitres d'eau. La température finale doit être à 62°-64°. On couvre pendant deux heures, puis on découvre et on laisse s'acidifier pendant trente-six heures.

Treize à quatorze heures avant la mise en cuve, on refroidit à 19°, avec 260 à 280 kilogrammes de glace, et on ajoute pour les deux cuves, douze heures avant la mise en cuve, de la levure pressée préparée à part (16 à 18 kilogrammes) délayée dans 20 litres d'eau.

La température monte à 34°-39°, la densité est 7° à 10° Balling. Quand le levain est mûr, on met en cuve.

Le levain se prépare soixante heures environ avant la mise en cuve.

Préparation du moût. — Elle se compose de trois opérations principales.

La moitié des macérateurs sont placés sur une plate-forme assez élevée pour que le liquide puisse couler dans les macérateurs inférieurs.

On fait d'abord tremper les farines de maïs et de maïs malté dans les macérateurs du haut qui serviront à cuire le maïs ordinaire et à traiter le maïs malté.

Dans les macérateurs du bas, on fait les mélanges; un autre sert de refroidisseur.

On opère sur

Seigle	978
Maïs malté	1000
Maïs ordinaire	1000

Dans un macérateur du haut, on met les 1.000 kilogrammes de maïs malté dans 53 hectolitres d'eau à 15°-18°, en agitant une heure ou une heure et demie; on laisse reposer cinq à six heures. On décante alors dans le bas 29 hectolitres environ de solution de diastase. On ajoute alors dans le macérateur du haut 1.000 kilogrammes de maïs ordinaire, 4 à 5 hectolitres d'eau en agitant; puis on chauffe peu à peu en s'arrêtant plusieurs fois jusqu'à 70°; puis on cuit à 93°-95° pendant une heure. Pendant ce temps on verse en agitant continuellement le seigle dans le macérateur à diastase; on y fait couler l'empois du macérateur du haut. On lave ce macérateur avec 1 ou 2 hectolitres

Digitized by Google

d'eau; puis on le remplit de 53 hectolitres d'eau qui serviront pour la prochaine opération.

On chauffe le seigle et la diastase à 62°-63° en agitant, puis on laisse saccharifier une heure et demie en fermant les couvercles. On remue ensuite pour refroidir en laissant découvert le macérateur.

Quand le moût est froid, on le conduit à la cuve de fermentation. La fermentation dure de cinquante à soixante heures. Elle commence presque aussitôt; trois quarts d'heure après, le chapeau se crevasse et l'écume envahit toute la cuve; puis l'écume s'abaisse de 5 à 6 centimètres. Elle est mûre, on écume, la période d'écumage dure vingt heures.

Quand la levure est écumée, on peut ajouter 10 hectolitres d'eau à 30° et laisser s'achever la fermentation; on augmente ainsi la quantité d'alcool. On obtient environ 500 kilogrammes de levure et 28 litres d'alcool pour 100 de grains.

Quand le maïs malté manque, on le remplace par l'orge maltée.

Voici un exemple de dosage avec l'orge maltée seule correspondant à peu près au précédent :

Levain	Seigle	289
	Malt	233
Moût	Seigle	900
	Malt	850
	Maïs	1028

On peut remplacer l'eau par de la vinasse sortant des colonnes, clarifiée par dépôt et refroidie.

Dans une macération pour levure, on peut en mettre de 40 à 98 hectolitres pour une cuve de 200 hectolitres environ. Elle finit par devenir trop colorée; alors on charge quelques cuves avec de l'eau seulement.

A la fin de la fermentation, le degré Balling est de 1° à 1°,5 et 2°.

On peut imaginer un grand nombre de combinaisons de chiffres analogues aux précédentes. Comme nous l'avons dit, une fabrique change ses formules à chaque instant.

§ 6. — Variations des divers éléments.

Les différents facteurs de la fermentation varient, dans les diverses parties de l'opération. Il nous a paru intéressant de suivre les variations des différents chiffres dans le cours complet d'une fermentation. Les éléments que nous avons étudiés

Digitized by Google

sont l'acidité, la température, le degré saccharométrique et le degré polarimétrique.

Nous avons suivi ces variations depuis le levain jusqu'à la fin de la fermentation. Ces essais ont exigé cent trente-deux prises de température, autant d'acidité et de degrés saccharométriques et polarimétriques.

C'est avec les chiffres moyens de ces expériences que nous avons établi le tableau et les courbes ci-après.

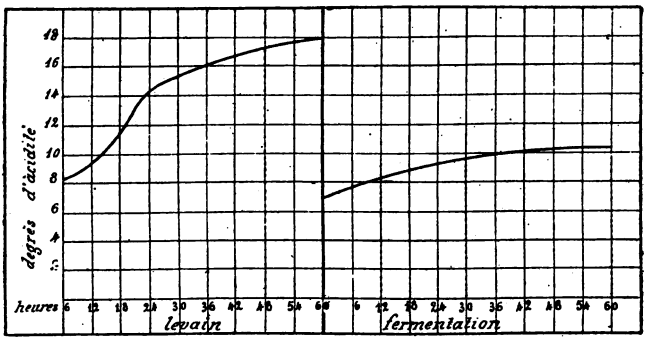


Fig. 87. — Courbe d'acidité.

Dans ces opérations, l'*acidité* varie beaucoup ; elle diffère de l'acidité des opérations correspondantes de la distillerie. L'acidité, évaluée en acide lactique, varie dans les différentes périodes de la fabrication (fig. 87). Voici quelques chiffres relevés dans des opérations analogues à celle qui vient d'être décrite.

Digitized by Google

Heures	Moment des observations	Acidité par litre en acide lactique	Température	Saccharomètre Balling	Polarimètre
0	Commencement du levain	4,20	63°	24°	10,0
2	2 heures après . . .	» »	»	»	21,5
14	14 heures après . .	» »	»	28	13,0
47	Commencement du refroidissement . .	» »	43	»	» »
48	Mise en levure . . .	17,00	21,5	»	24,0
60	Fin du levain . . .	18,00	36,0	7	4,5
0	Commencement de la fermentation . . .	6,84	24	12	11,0
12	Maturité	8,20	32	4	1,40
32	A la fin de l'écumage .	» »	28	3	+ 0,5
60	Fin de la fermentation	10,50	27	2	— 0,8

Évalués en acide sulfurique, les chiffres seraient environ moitié moindres.

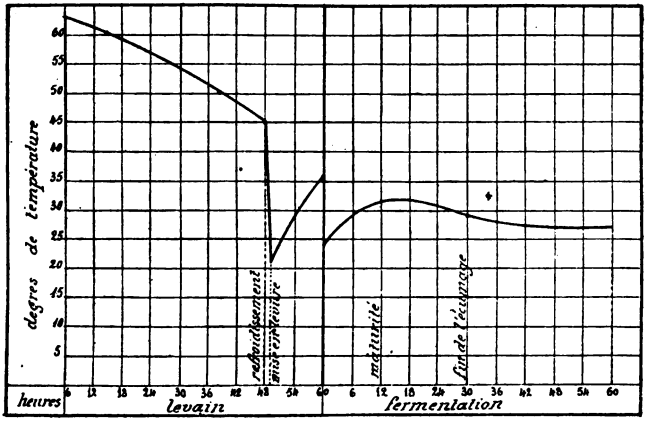


Fig. 88. — Courbe de température.

La *température* (fig. 88) varie régulièrement de 63° à 43°; puis pendant le refroidissement elle s'abaisse à 21°,5, remonte ensuite rapidement à 36°; ensuite la fermentation commence

Digitized by Google

après le mélange des divers liquides à 24°-25°, puis 32°, pour redescendre à 27°.

Le *saccharomètre* (fig. 89) monte de 24° à 28° au début, puis reste stationaire ou à peu près, et diminue rapidement au moment de la mise en levure; il diminue d'abord assez vite au commencement de la fermentation pour continuer à décroître lentement jusqu'à la fin.

Le *polarimètre* donne une courbe très différente (fig. 90). Elle est la résultante de l'action du maltose, des dextrines et des

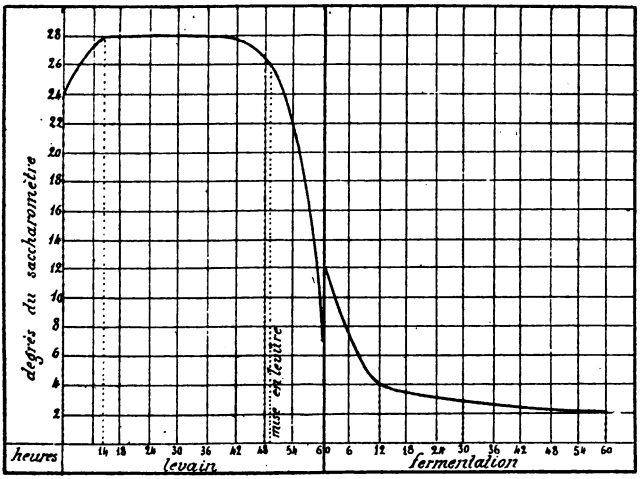


Fig. 89. — Courbes accharométrique.

substances protéiques. Ces dernières, n'ayant qu'une action très minime, sont négligeables au début; mais à la fin de l'opération, quand le sucre et les dextrines ont disparu, elles se font sentir à leur tour.

Au début du levain, la courbe monte brusquement par suite de la formation du maltose et des dextrines surtout. Au bout de quelques heures, la courbe baisse sensiblement par suite de la transformation des dextrines en maltose, puis elle remonte jusqu'à la mise en levure pour redescendre rapidement jusqu'à la fin du levain.

Digitized by Google

Pendant la fermentation, la courbe baisse rapidement pendant les premières heures, puis lentement jusqu'à la fin où, les matières protéiques reprenant leur action, la courbe passe au-dessous de l'axe.

Les procédés que nous venons de décrire avec détails sont ceux qui sont le plus employés pour la fabrication de la levure. On voit que sa caractéristique est la préparation simultanée de la levure et de l'alcool.

On peut, presque à volonté, modifier les proportions relatives de ces deux produits par les proportions et la nature des matériaux employés.

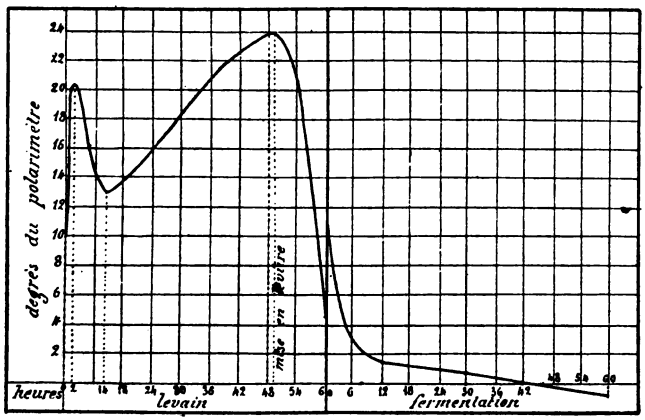


Fig. 90. — Courbe polarimétrique.

En général, on peut dire que les produits qui ont une forte teneur en azote augmentent la quantité de levure et diminuent la quantité d'alcool; plus la levure est forte et la végétation active, moins il se fait d'alcool. Tous les éléments qui favorisent le développement de la levure augmenteront sa production; c'est ce qui arrive pour l'air. On a vu déjà qu'en favorisant l'arrivée de l'air ou de l'oxygène on augmentait la quantité de levure; de même, en opérant à une température basse relativement, ce qui revient à gêner le développement des bactéries. On arrive au même résultat en augmentant l'acidité du moût.

Digitized by Google

§ 7. — Fabrication de la levure pressée.

La levure préparée et recueillie, comme nous l'avons dit dans les pages précédentes, est lavée par décantation dans des cuves avec de l'eau refroidie avec de la glace; on la laisse déposer, et elle passe aux filtres-presses après avoir été délayée de nouveau et additionnée, comme nous l'avons vu, d'amidon ou de fécule ou des deux à la fois dans des proportions variables, suivant les besoins de la fabrication. Toutes nos expériences nous ont montré que cette addition n'aide nullement à la conservation de la levure.

Cette partie de l'industrie de la fermentation est celle où la mécanique joue le moindre rôle.

Les appareils sont généralement manœuvrés à la main.

Cette industrie est encore complètement adonnée à la routine. Cependant quelques constructeurs font des appareils mécaniques encore peu employés et qui, du reste, ne diffèrent pas de ceux de la distillerie ordinaire; signalons particulièrement le macérateur de Kyll qui ne demande pas d'explication.

Quelques appareils spéciaux accessoires sont très employés. Tels sont les filtres-presses, les tamineuses mécaniques, pompes diverses, les appareils à mouler la levure en pains prismatiques pour la vente. Tous ces instruments sont absolument des appareils mécaniques dont la description sort de notre cadre.

TROISIÈME PARTIE.

FABRICATION DE LA LEVURE PURE.

Article 1er. — Emploi des levures pures.

Tandis que, en Allemagne, on s'ingéniait à perfectionner les procédés de fabrication de la levure à l'aide des moûts, en France, on cherchait plutôt à obtenir la levure par la culture de la levure pure.

Digitized by Google

C'est Pasteur qui le premier, à la suite des expériences que nous avons relatées, formula un procédé industriel.

Il résultait de ses expériences que la levure augmentait en quantité quand on facilitait le contact de l'air, et il avait obtenu un rendement de levure qui à l'état sec, représentait le 1/3 du poids du sucre. C'était donc plus que le poids du sucre, en tenant compte de l'eau normale de la levure pressée (72 pour 100), exactement 1,18 de levure pour 1 de sucre.

D'après M. Duclaux, à Maisons-Alfort, on obtient 9 kilogrammes de levure pour 100 kilogrammes de céréales.

Ce chiffre est très faible et est probablement un rendement minimum, car nous avons vu souvent obtenir 14 kilogrammes de levure pour 100 kilogrammes de céréales, mais ce chiffre est encore loin du chiffre obtenu par Pasteur.

Pasteur, pour que son procédé ne soit pas monopolisé, prit, en 1873, un brevet qu'il laissa tomber dans le domaine public. Son procédé était basé sur la culture de la levure pure en vase clos, à l'abri des germes de l'air et dans un moût stérilisé. On faisait arriver de l'air pur pour favoriser le développement de la levure. L'opération se faisait dans un appareil métallique analogue à celui de M. Fernbach représenté (fig. 74, vol. I).

Plusieurs opérateurs suivirent la même voie (1).

On commence par stériliser du moût de bière dans l'appareil; puis, après refroidissement, on y introduit de la levure pure avec les précautions convenables, et on fait passer un courant d'air purifié à travers le liquide. Avec 3 kilogrammes de malt, M. Fernbach a obtenu en huit jours 300 grammes de levure pressée. Avec la levure basse, qui produit moins, il en obtint 200 grammes. L'appareil avait une capacité de 20 litres. Ce rendement est à peu près celui annoncé par M. Duclaux comme rendement de l'usine de Maisons-Alfort. Il est inférieur à celui que nous obtenions couramment à Montières.

M. Élian a obtenu des résultats plus avantageux que ceux de M. Fernbach. Son appareil se compose d'un stérilisateur dans lequel le moût houblonné est stérilisé au moyen d'un courant de vapeur qui arrive dans une double enveloppe ; puis on le refroidit avec un courant d'eau froide, et en même temps on fait arriver un courant d'air pur dans le liquide. On comprime l'air

(1) Fernbach, *Bulletin de la Soc. chim. de Paris*, 1890, t. IV, p. 103.

Digitized by Google

pur dans le stérilisateur, et on fait passer le moût dans le cylindre à fermentation. On y fait arriver de la levure pure, préparée dans des ballons pour la première fois. Quand la fermentation est terminée, on soutire le moût clair, puis la levure, en laissant ce qui est nécessaire pour une nouvelle opération. Toutes les manipulations se font par compression d'air pur. L'appareil, d'après l'auteur, fournit chaque fois 10 kilogrammes de levure basse à la Société Heineken depuis 1885. L'auteur ne dit pas sur quelle quantité de malt il opère chaque fois, de sorte qu'il est difficile de fixer le rendement (1).

Préparation au moyen des fluorures. — M. Effront ayant montré que les fluorures sont nuisibles au développement des ferments nuisibles, a appliqué ces sels à la préparation de la levure pure. Seulement, à la dose indiquée précédemment, les ferments nuisibles ne sont pas tués ; ils ne sont que paralysés. Il faut, pour les tuer, employer une dose plus forte ; avec 300 milligrammes de fluorures, les levures de bière ne sont pas tuées; leur développement est seulement arrêté.

Mais si on les introduit dans un moût stérilisé, elles reprennent toute leur force. On peut les conserver très longtemps avec cette dose de fluorures sans inconvénient, et sans y voir se développer de germes nuisibles. Les levures résistent inégalement aux fluorures; c'est le *Saccharomyces cerevisiæ* qui résiste le mieux. Les fluorures permettent donc de séparer les différentes espèces de levure de façon à avoir une levure pure.

Enfin, ces levures pures fournissent, comme nous l'avons déjà dit précédemment, des produits supérieurs comme qualité.

Article 2. — Emploi des levures pures sélectionnées.

En parlant de l'acidification, nous avons vu que la levure peut, si on opère avec des doses progressives, être amenée à tolérer des doses de plus en plus grandes d'acide, et notamment d'acide fluorhydrique, qui, dans l'état normal, la tueraient infailliblement.

La levure peut encore s'acclimater à bien d'autres ennemis, et, en particulier, elle peut être amenée à vivre en présence des bactéries sans souffrir trop de leur présence. La levure ordi-

(1) *Bulletin de la Soc. chim. de Paris*, 1891, t. V, p. 451.

Digitized by Google

naire est déjà, du reste, une levure acclimatée qui supporte déjà une notable quantité de ferment lactique.

Il y avait donc intérêt à voir si la levure ne pourrait pas être amenée, par la culture rationnelle, à supporter des quantités encore plus fortes de bactéries.

C'est là une question importante pour l'emploi des levures pures dans l'industrie, car les levures pures, cultivées dans des bouillons de culture absolument privés de germes étrangers, pouvaient très bien, transportées dans les moûts industriels, se comporter mal ; ce n'est que grâce à de grandes précautions de propreté que ces levures supportaient ce changement de milieu.

Il est établi que les bactéries sécrètent des produits toxiques nuisibles à la levure, mais que celle-ci, à son tour, peut résister plus ou moins à ces actions, même victorieusement si elle est acclimatée.

M. Jacquemin, qui s'occupe de l'emploi des levures dans l'industrie vinicole et dans la distillerie, a dû se préoccuper de cette question.

Il a réussi, en cultivant la levure pure dans des liquides contenant diverses bactéries ou les produits engendrés par elles, à obtenir « un ferment pur dont la vie n'est plus entravée par la présence de microbes étrangers. De plus, la levure, ainsi préparée, a la propriété de sécréter des toxinvertines, qui viennent s'opposer à l'évolution des microbes, et même les faire disparaître, si leur nombre n'est pas trop grand au moment où l'on introduit la levure dans le moût. »

On peut acclimater la levure à plusieurs bactéries simultanément ; dix à douze cultures successives suffisent pour obtenir ce résultat. L'auteur, M. Jacquemin, dont nous venons de citer quelques lignes, promet de donner bientôt les propriétés de ces levures, dont l'emploi serait précieux pour l'industrie où les moûts peuvent difficilement être tenus absolument exempts des germes nocifs.

M. Jacquemin, dont nous avons indiqué plusieurs procédés pour le travail des betteraves, des mélasses et des grains, cultive industriellement la levure pure à l'Institut La Claire.

Ses procédés, qui ne sont pas connus en détail, dérivent du procédé Hansen que nous avons décrit (1).

(1) Voir Guichard, *Traité de distillerie*, vol. II, p. 144.

Digitized by Google

Ces levures sont destinées spécialement à la fermentation du raisin; aussi sont-ce des levures de raisin. Mais depuis quelques années M. Jacquemin a introduit ses levures en distillerie où, paraît-il, elles se sont très bien comportées.

Leur emploi produit une grande amélioration dans le bouquet de l'alcool, fait déjà signalé par plusieurs auteurs, et notamment par Pasteur.

Nous avons indiqué, dans chaque espèce de fermentation, les résultats annoncés par M. Jacquemin et obtenus dans des usines très importantes.

Digitized by Google

LIVRE IV.

FABRICATION DE L'ALCOOL.

PREMIÈRE PARTIE. — GÉNÉRALITÉS.

CHAPITRE Ier.

HISTOIRE DE L'ALCOOL.

Depuis la plus haute antiquité, l'homme apprit à connaître les liqueurs alcooliques. Sans doute, à la suite d'un accident, d'une négligence ou d'un oubli, un liquide sucré fut saisi par la fermentation. Un raffiné d'alors trouva bon ce breuvage, et les liqueurs furent découvertes, en même temps que l'ivresse, le bien et le mal, comme toujours, se donnant la main.

Ce n'est pourtant que longtemps après, au Moyen Age seulement, qu'on peut placer la découverte de l'alcool.

Hippocrate, Pline le Naturaliste ne font aucune allusion à l'alcool, et les poètes, qui parlent si souvent du vin et des autres liqueurs, n'en disent rien. Et pourtant la distillation était connue.

D'après Ferdinand Hœfer, c'est Marcus Græcus qui le premier, au VIIIe siècle, parle de l'alcool sous le nom de *feu liquide* (1) : « Prenez du vin vieux; ajoutez à un quart de ce vin deux onces de soufre pulvérisé, deux livres de tartre provenant de bon vin blanc, deux onces de sel commun; mettez le tout dans une cucurbite bien plombée et lutée, et, après y avoir apposé un alambic, vous obtiendrez par la distillation une *eau ardente* que vous conserverez dans un flacon de verre bien fermé. »

(1) Marcus Grœcus, *Liber ignium*.

Digitized by Google

Le nom d'*eau ardente* était employé par l'auteur pour désigner beaucoup d'autres produits, le feu grégois, par exemple.

Rhasès, au IXe siècle, décrit la préparation de l'acool au moyen de *quelque chose d'occulte* qu'on fait fermenter et qu'on distille. Ce quelque chose d'occulte ne peut être que les céréales ou des matières sucrées; il le fait concentrer en le redistillant sur les cendres ou la chaux vive, et recommande son emploi comme médicament.

Abou-Moussa-Djafar-Al-Soli ou Yéber ou Geber, contemporain de Marcus Græcus, en parle aussi comme d'une chose connue sous le nom de *Aqua vitæ de vino albo*, ce qui prouve que la découverte était antérieure.

Abour-Khalif-ben-Abbas ou Aboul-Cacem ou Alboucasis, médecin arabe du XIe siècle (1), décrit également sa préparation.

Arnault de Villeneuve (1238-1314) la désigne sous le nom d'*eau d'immortalité* (2); il dit que certains rois en ajoutaient à leurs vins pour faire croire qu'ils avaient différents crus.

Raymond Lulle, son ami et son éleve, décrit aussi sa préparation et le moyen de la concentrer au moyen du carbonate de potasse; c'est lui qui le premier fit usage du mot *alcool* pour désigner l'eau-de-vie.

Thaddée le Florentin le décrit également, à la même époque.

Ortholani, en 1358, donne le moyen de faire des eaux-de-vie de plusieurs forces en *fractionnant* le produit de la distillation.

Basile Valentin, au XVe siècle, emploie également, pour le concentrer, le carbonate de potasse et la chaux vive étudiée plus tard par Lœwitz et Richter.

Libavius, en 1560, décrit de nouveau le moyen de préparer l'alcool par fermentation avec toutes les matières sucrées ou amylacées employées de nos jours.

Au XVIIe siècle, Philippe Jacque Sachs, chimiste allemand, décrit la distillationdu vin et se sert de l'alun calciné pour le concentrer.

Pendant tout le Moyen Age, on considérait l'alcool comme une panacée qui guérissait toutes les maladies et prolongeait la vie humaine. Mais on voit ci-dessus, dans Arnault de Villeneuve, qu'il avait encore des emplois plus pratiques.

(1) Albucasis, *Traité de l'eau-de-vie et des appareils qui servent à l'extraire.*

(2) Arnauld de Villeneuve, *De Vinis.*

Digitized by Google

Le mot *alcool*, qui fut appliqué particulièrement à l'alcool, désignait, pour eux, d'une manière générale toute substance pure obtenue par distillation ou autrement, ou bien toute substance réduite en ses parties les plus fines.

Mais qu'était-ce que l'alcool? quelle était sa composition? Les alchimistes ne s'en occupaient pas. Ils rapportaient tout à leurs rêves d'or et d'immortalité; ils n'étudiaient les corps qu'avec l'espoir qu'ils les avanceraient dans cette voie.

Ce n'est qu'à la fin du XVIIIe siècle qu'on songea à ces questions.

Stahl (1660-1734), dont la théorie du phlogistique inaugure la chimie scientifique, considérait l'alcool comme une huile très atténuée, très légère, unie par un acide à une quantité d'eau plus grande que celle qui est dans les huiles. Mais Kunckel (1630 à 1702) dit que l'alcool ne peut pas être une huile, puisqu'il se mêle à l'eau, ne dissout pas le soufre et ne fait pas de savon avec les alcalis.

Junker le regardait comme du phlogistique uni simplement au principe aqueux; il fait remarquer que l'alcool, en brûlant, ne donne que de l'eau pure; et Boerhaave (1757) dit également que le produit de sa combustion est de l'eau tout à fait pure.

C'est aussi l'opinion de Cartheuser, mais l'idée d'huile a encore ses partisans. Lémery (1) dit encore que c'est la partie huileuse du vin raréfiée par les sels acides du vin. Guyton Morveau (2) se range encore à cette opinion, tandis que Macquer (3), après avoir exposé les deux opinions, adopta celle du phlogistique pur sans huile. L'huile qui reste, quand l'alcool s'évapore, n'est certainement, pour lui, qu'une impureté de l'alcool.

Néanmoins, les deux opinions subsistent encore à l'époque de Lavoisier qui dit, en 1793, que le carbone et l'hydrogène ne sont pas contenus dans l'alcool à l'état d'huile; ils sont combinés avec une partie d'oxygène qui les rend miscibles à l'eau. Les trois principes : l'oxygène, l'hydrogène et le carbone sont donc ici encore dans un état d'équilibre.

Fourcroy (4) discute encore cette question, et il ajoute que, suivant les anciens chimistes, l'alcool préexiste dans le vin,

(1) Lemery, *Chimie*, Paris, 1754.
(2) Guyton de Morveau, *Traité de chimie*, 1778.
(3) Macquer, *Dictionnaire de chimie*, 1779.
(4) Fourcroy, *Traité de chimie*, an II de la République.

Digitized by Google

mais que les chimistes modernes pensent qu'il se forme pendant l'ébullition; « que ses principes, c'est-à-dire beaucoup d'hydrogène et très peu de carbone, se combinent ensemble pendant la distillation du vin; enfin que cette liqueur n'en contient que les principes » (1). On voit toutefois par cette citation que les chimistes, en 1793, savaient que l'alcool était formé de carbone d'hydrogène et d'oxygène; cela résultait, en effet, de différentes observations. Priestley avait remarqué que l'air dans lequel on a fait brûler de l'eau-de-vie a acquis la propriété de précipiter l'eau de chaux; et Bertholet, que, si l'on mettait le feu à un mélange d'eau et d'alcool, l'eau précipitait l'eau de chaux. De plus, Lavoisier, dans une analyse de l'alcool (1781), avait trouvé, en brûlant l'alcool dans une cloche pleine d'oxygène et placée sur le mercure, que l'alcool était formé de.

Carbone	4 onces	4 gros	37 grains 1/2
Gaz inflammable . .	1 —	2 —	5 — 1/2
Eau (toute formée) .	10 —	1 —	29 —

A cette époque, il considérait donc l'alcool comme un composé de carbone et d'hydrogène uni à l'eau toute formée; mais, en 1793 (2), il rappelle qu'il a fait plusieurs analyses de l'alcool par combustion, mais qu'il a abandonné ce travail dangereux où il a failli, avec plusieurs académiciens, être victime d'une explosion. Il ajoute comme nous l'avons dit plus haut, que l'alcool est formé de carbone, d'hydrogène et d'oxygène.

Cette analyse de Lavoisier, faite en dosant l'acide carbonique formé et l'oxygène consommé, est très exacte. Si on laisse de côté l'eau et qu'on la calcule en grammes, on trouve des chiffres que ne désavouerait pas un chimiste de nos jours.

Les chiffres de Lavoisier sont, avons-nous dit:

Carbone	4 onces	4 gros	37 grains 1/2	= 149gr,5785	188gr,1110
Hydrogène	1 —	2 —	5 — 1/2	= 38gr,5325	

ce qui fait, si nous les calculons en chiffres modernes :

(1) En 1806, dans sa *Philosophie chimique*, Fourcroy ne soutient plus cette opinion non plus que l'existence de l'huile; il regarde l'alcool comme un produit de la fermentation du sucre qui est réduit à un terme *plus simple*. Il en décrit exactement les propriétés.

(2) Lavoisier, *Traité de chimie*.

Digitized by Google

	Lavoisier	Chiffres actuels
Carbone. . . .	51,85	52,17
Hydrogène. . .	13,36	13,04
Total . . .	65,21	65,21
Oxygène . . .	»	36,79

En appliquant à cette analyse de 1781 la doctrine de Lavoisier de 1793, on avait donc une analyse parfaitement exacte.

En 1807 et en 1813, De Saussure reprit cette étude et fit l'analyse par divers procédés : par combustion comme Lavoisier, par décomposition dans l'eudiomètre, et enfin celui, auquel il s'arrêta, qui consistait à décomposer l'alcool en le faisant passer à travers un tube chauffé au rouge.

Il obtint ainsi un gaz hydrogène oxy-carboné, des cristaux, une huile, de l'eau et un peu d'acide acétique.

81,37 d'alcool formé de 70,14 alcool pur ont donné
10,23 eau

Hydroxycarbure 77 litres 924 pesant	59 gr. 069
Eau	17.771
Acide acétique	traces
Alcool non décomposé	0,65
Cristaux et huile	0,41
Charbon	0,05

Il en déduisit comme composition de l'alcool :

Carbone.	57,574
Oxygène	28,466
Hydrogène.	13.960

Il conclut de cette analyse, bien moins exacte que celle de Lavoisier, que l'alcool était formé d'hydrogène bicarboné et d'eau.

La conclusion a été confirmée par les analyses de Gay-Lussac, de Dumas et Boullay, qui établirent la véritable nature et la constitution de l'alcool. Nous ne détaillerons pas les analyses modernes de l'alcool qui est devenu le type d'une série des plus importantes de la chimie organique, et dont les dérivés constituent la chimie organique toute entière.

En même temps il est la base d'une industrie capitale et joue un rôle très étendu dans toutes les industries.

Digitized by Google

CHAPITRE II.

HISTOIRE DE LA DISTILLERIE.

L'histoire de la distillerie, comme nous l'avons dit, est plus ancienne que celle de l'alcool.

Le premier homme qui remarqua que l'eau qui bout se refroidit au contact de l'air froid et se condense en un brouillard connut le principe de la distillerie; quand il s'aperçut que les plantes aromatiques bouillies avec de l'eau donnent une vapeur odorante chargée d'un parfum plus ou moins agréable, il dut aussitôt avoir la pensée de condenser ces vapeurs et de les recueillir pour se parfumer.

Les appareils, d'abord très simples, se perfectionnent de plus en plus. L'histoire ne nous donne aucun renseignement sur ces appareils primitifs.

Chez les Grecs, la distillation était connue ainsi que chez les Romains, mais elle ne servait qu'à faire des eaux aromatiques. D'après Hippocrate, il semble que la distillation de l'eau était déjà pratiquée de son temps. Galien parle également de la distillation des fleurs.

Chez les Grecs, l'appareil distillatoire était désigné sous le nom de *ambix* (vase). C'est Dioscoride, médecin contemporain de Tibère (Ier siècle de l'ère chrétienne), qui décrivit le premier les appareils distillatoires sous le nom d'*ambic*.

M. Ferdinand Hœfer (1) décrit les plus anciens appareils distillatoires d'après un manuscrit de Zosime d'Alexandrie (IIIe ou IVe siècle après J.-C.). Ce livre a pour titre: *Livre sur les fourneaux et les instruments de chimie*; son auteur décrit et dessine les appareils distillatoires qu'il dit avoir vus dans un ancien temple à Memphis.

Ils se composent d'un ballon surmonté d'un tube en rapport avec un deuxième ballon placé au-dessus. De ce ballon partent un, deux ou trois tubes qui sont terminés chacun par un ballon servant à recueillir la partie spiritueuse.

Les appareils se nomment *monovique*, *divique*, *trivique* (τριβίκος), d'après le nombre des récipients (fig. 91).

(1) Hœfer, *Histoire de la chimie*.

Digitized by Google

Le ballon inférieur était généralement en argile, les autres en verre, et les tubes de communication en métal ou en terre.

Un autre appareil de Zosime n'est autre que le *pélican* des chimistes du Moyen Age.

L'appareil de Zosime parvint en Europe, sans doute, par les Arabes qui, avec le nom grec *ambix*, firent *alambic*.

Marie la Juive, qui vivait à peu près à la même époque que Zosime, décrit également plusieurs appareils distillatoires. L'un

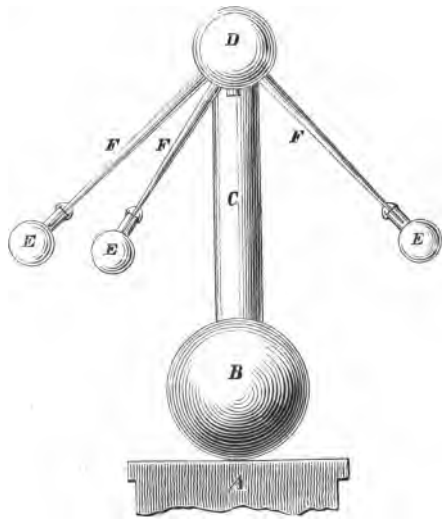


Fig. 91. — Appareil distillatoire primitif ou Trivicus.

d'eux était chauffé au moyen d'un bain de sable ou de cendres, d'où le nom de *bain-marie*.

Marcus Græcus et Geber, dont nous avons déjà parlé, traitèrent de la distillation aux VIIIe et IXe siècles. Geber admettait deux espèces de distillation : l'une sans feu, qui est *notre filtration*; l'autre à l'aide du feu, qui se divisait en deux parties : la distillation *per ascensum*, qui est la vraie distillation, et la distillation *per descensum*, que nous appelons aujourd'hui *lixiviation*.

Rhasès, au IXe siècle, a publié une encyclopédie dans laquelle il

Digitized by Google

expose les connaissances des Arabes sur la distillation; il décrit l'alambic et son emploi pour la préparation des eaux aromatiques.

Alboucasis décrit le *pélican*. A partir de cette époque, l'histoire de la distillation se confond avec celle de l'alcool.

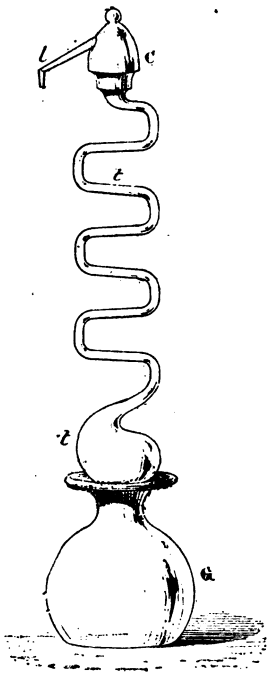


Fig. 92. — Alambic Porta.

Aussi nous passerons rapidement au XVIIe siècle pour étudier de nouveaux appareils distillatoires.

J.-B. Porta (1517-1615) s'occupa beaucoup de la distillation du vin et de l'eau de mer. Les appareils qu'il décrivit sont remarquables par leur hauteur et les replis des tuyaux (fig. 92). Ils croyaient qu'il fallait prolonger longtemps l'action de la chaleur.

Digitized by Google

L'un de ces appareils portait sept récipients latéraux à différentes hauteurs. L'*hydre à sept têtes* était déjà un appareil de fractionnement.

Rubœus de Ravenne (1) décrit des appareils analogues.

Savonarole, au commencement du XVe siècle (2) se sert d'une chaudière en cuivre, et recevait le liquide distillé dans un récipient. Un tube entouré d'eau froide réunissait les deux vases. Il raconte qu'il a vu un alambic dont la chaudière était au rez-de-chaussée et le chapiteau au sommet de la maison, afin d'avoir d'un seul coup de l'alcool fort.

Nicolas Lefèvre décrivit des alambics presque identiques aux alambics actuels (1669).

Glauber (3) décrit un appareil nouveau (fig. 93 et 94). Les vapeurs passent dans une série de vases, où elles se condensent progressivement dans l'ordre de leur volatilité.

Cet appareil n'est pas autre chose que celui qui sert tous les jours dans les laboratoires sous le nom d'*appareil de Woolf*, du nom de l'inventeur du flacon qui sert à le monter (fig. 95). Il inventa aussi le réfrigérant sous forme de serpentin et une disposition particulière qui est le principe des chauffe-bains actuellement employés dans les ménages, ainsi que des calorifères à eau chaude. La cucurbite communiquait avec la partie inférieure d'un tonneau plein de vin, et, de la partie supérieure de ce tonneau, un tuyau se reliait au serpentin refroidi. Tout le liquide s'échauffait rapidement par la circulation, et les vapeurs se condensaient dans le serpentin.

Moïse Charras (1676), Barchusen (1718), Boerhaave (1733) imaginèrent divers appareils qui ne firent pas faire de grands progrès.

Poissonnier (1770) décrivit un alambic disposé comme le réfrigérant Liebig des laboratoires de chimie.

Demachy (4) fixa les règles de la construction des alambics. En même temps Baumé et l'abbé Moline traitèrent avec succès cette question, et leurs deux mémoires furent couronnés par la Société d'émulation de Paris, Baumé en première ligne.

Chaptal (1780) fixa la forme de l'alambic, tel qu'il est encore actuellement.

(1) Rubœus, *De distillatione.*
(2) Savonarole, *Conficienda aqua vitæ.*
(3) Glauber, *Descriptio artis distillationis novæ.*
(4) Demachy, *Art du brûleur d'eau-de-vie*, 1775.

Digitized by Google

Cet alambic devint industriel et des *brûleries* furent installées dans le Midi par De Joubert, intendant du Languedoc, pour distiller l'eau-de-vie. Seulement le produit obtenu avait un goût empyreumatique, à cause des coups de feu que recevait la chaudière.

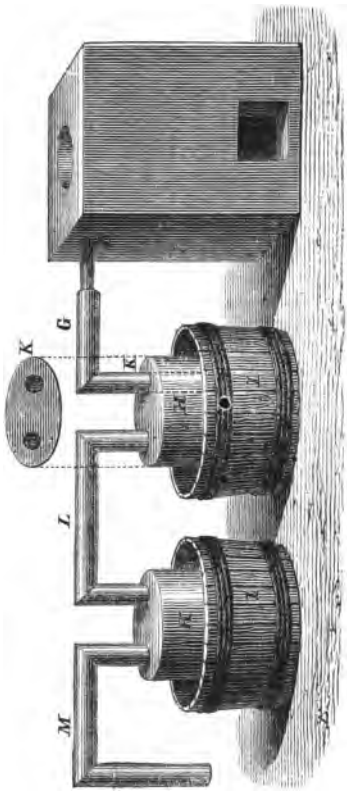


Fig. 93. — Premier appareil de Glauber pour la distillation des vins.

Plusieurs distillations étaient nécessaires pour avoir un degré suffisant (3/6), de sorte que nos eaux-de-vie ne pouvaient lutter à cause du prix contre les eaux-de-vie de grains de l'étranger.

Les frères Argand, qui dirigeaient les distilleries de Montpel-

Digitized by Google

lier, firent un premier pas en inventant le *chauffe-vin*, qui permet de réaliser une notable économie.

En 1802 et 1806, deux distillateurs, l'un en Angleterre, l'au-

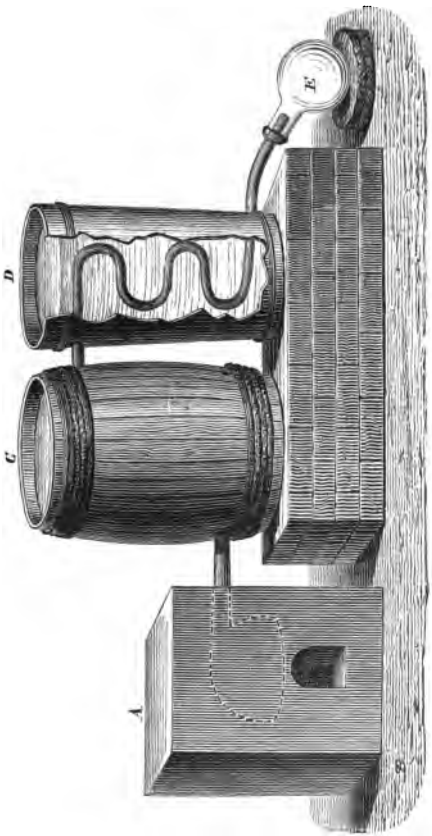


Fig. 94. — Autre appareil distillatoire de Glauber.

tre en France, essayèrent sans succès la distillation à la vapeur.

Mais le principe de l'appareil de Woolf, établi par Glauber, comme nous l'avons vu, allait révolutionner l'industrie de la distillation; c'est le point de départ d'une ère nouvelle pour

Digitized by Google

les industries de la distillation. C'est donc à Glauber qu'il faut faire remonter l'origine de la distillation moderne, mais il ne fit pas l'application industrielle de son appareil.

Un négociant rouennais, Édouard Adam, en 1790, vint s'installer à Nîmes. Sans aucune instruction, il se contentait de vendre de la mousseline, lorsqu'il vit fonctionner un appareil de Woolf (fig 95), chez un de ses amis, Laurent Solimani, professeur de chimie à l'École centrale du Gard ; il eut immédiatement,

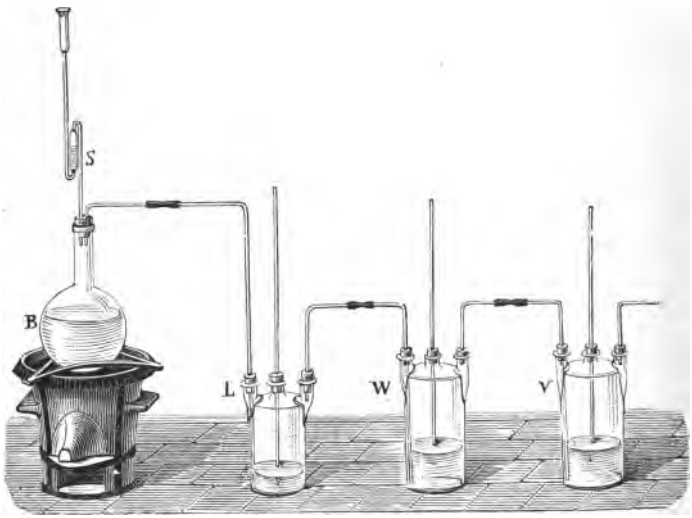


Fig. 95. — Appareil Woolf.

dit-il, l'idée de l'appliquer à la distillation, idée bien étrange, chez un homme ignorant les éléments des sciences. Il prit un brevet le 20 mai 1801. Son appareil se composait d'une cucurbite dont le col plongeait dans le premier compartiment d'une caisse rectangulaire divisée en quatre parties. La chaudière contenait du vin ainsi que les quatre compartiments de la caisse qui étaient remplis à moitié. Il faisait bouillir le vin de la cucurbite ; les vapeurs venaient se condenser dans la première caisse et en élevaient la température jusqu'à l'ébullition. Les vapeurs de la première caisse passaient dans la deuxième, à laquelle

Digitized by Google

elles cédaient, à leur tour, leur chaleur latente et apparente et élevaient sa température en même temps qu'elles l'enrichissaient en alcool. La dernière caisse finissait par contenir de l'alcool très concentré. Une deuxième caisse, divisée aussi en quatre compartiments, recevait à son tour les vapeurs qui se condensaient par ordre de volatilité, de sorte que la dernière caisse ne contenait plus que de l'alcool, qui se vaporisait enfin et se condensait dans un serpentin entouré d'eau froide. Du serpentin coulait du trois-six et dans chacun des compartiments de la deuxième caisse se trouvaient des eaux-de-vie de plus en plus fortes à mesure qu'elles se rapprochaient du serpentin. Son appareil très imparfait fut essayé, à Montpellier, devant une commission et le succès fut prodigieux. Il remplaça les caisses rectangulaires par des récipients ovoïdes d'un nettoyage plus facile, et ses appareils furent appliqués aussitôt dans toutes les les distilleries du Languedoc. Il avait cependant encore des défauts, et le principal était la pression intérieure déterminée par toutes ces épaisseurs de vin qui pouvait occasionner une explosion.

En 1805, il fit construire l'appareil définitif, de dimensions beaucoup plus réduites que son premier appareil industriel, mais produisant le même résultat.

Solimani, en même temps qu'Adam, faisait construire un appareil sur le même principe, mais infiniment plus parfait, qu'il avait breveté le 25 juillet 1801, presque en même temps qu'Adam. Il chauffait le vin à la vapeur, en même temps qu'il utilisait le principe de Glauber ; il réclama contre Adam l'accusant de lui avoir pris son idée.

Solimani fit, en outre, construire un appareil plus parfait dans lequel il obtenait l'alcool à divers degrés, avec une précision très grande ; mais l'appareil, un peu délicat à conduire, ne devint pas industriel.

La discussion de la priorité entre les deux inventeurs nous paraît aujourd'hui peu intéressante. Peut-être aurait-on pu les mettre tous deux d'accord en renvoyant l'honneur de la découverte de l'appareil à Glauber, et celle des principes physiques, sur lesquels ils reposaient, au physicien Rumfort.

Mais un nouveau perfectionnement allait laisser bien loin l'appareil d'Adam.

Isaac Bérard, fils d'un simple ouvrier, né en 1770 au Grand-Gallargue, avait créé, en 1792, une fabrique d'eau-de-vie et

Digitized by Google

avait été frappé de l'imperfection des appareils qu'il employait. Il ne connaissait pas l'appareil d'Adam, qui fut tenu secret jusqu'au brevet de perfectionnement qu'il prit en 1805.

C'est en 1804 que Bérard arrêta complètement la forme de son appareil, après treize années de tâtonnements et de travail.

Dans son appareil, les vapeurs d'eau et d'alcool se séparaient l'une de l'autre par leur passage à travers des plaques métalliques percées d'ouvertures et de plus en plus froides. L'eau, moins volatile, se condensait dans les premiers compartiments et l'alcool dans les derniers. Des robinets permettaient de recueillir, dans chaque compartiment, l'alcool condensé plus ou moins concentré.

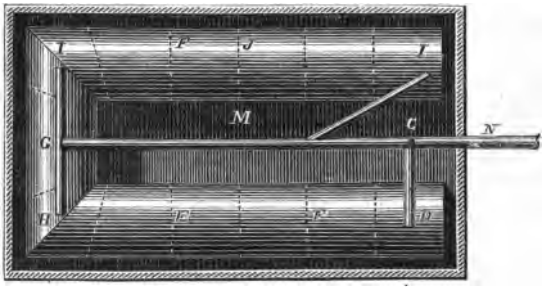


Fig. 96. — Détail du cylindre à platines métalliques d'Isaac Bérard.

Il l'essaya pendant la nuit, après l'avoir construit secrètement, et un accident faillit lui faire perdre la vie. L'alcool, arrivant en trop grande abondance, déborda et aurait provoqué un incendie ou une explosion; mais il l'avait prévu, et il conjura le danger en recouvrant de cendres mouillées l'alcool qui coulait. Le dégagement de l'alcool se ralentit bientôt, et l'opération marcha sans nouvel accident jusqu'au bout. Il obtenait en une seule opération et à volonté l'eau-de-vie à tous les degrés alcooliques, jusqu'à l'alcool concentré dit trois-six.

Bérard venait d'inventer la *colonne analyseuse*.

Son appareil se composait d'un alambic ordinaire, dont le chapiteau communiquait avec deux cylindres horizontaux (fig. 96) réunis par un troisième, divisés chacun en six compartiments par desdiaphragmes percés de deux ouvertures pour permettre aux vapeurs de passer de l'un au suivant. Des robinets à trois eaux imaginés par Bérard permettaient de séparer un des

Digitized by Google

cylindres ou les deux, de façon à faire varier à volonté le degré de l'alcool recueilli. A la suite des cylindres se trouvait un serpentin qui condensait les dernières vapeurs.

Il le perfectionna en y ajoutant le chauffe-vin, inventé par Argand. Adam, puis ses héritiers attaquèrent Bérard en contrefaçon, mais il fut déclaré qu'il n'avait rien emprunté à l'appareil d'Adam. Une statue a été érigée à Montpellier à Adam. Bérard attend encore la sienne ainsi qu'Argand.

La colonne de Bérard était horizontale, de même que celles d'Augustin Ménard, de Pierre Alègre, de Carbonel, qui réunissaient les procédés d'Adam et de Bérard.

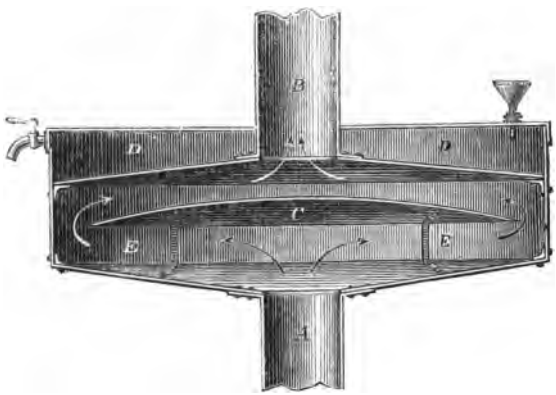


Fig. 97. — Déflegmateur Pistorius.

C'est Cellier Blumenthal qui, en 1820, eut l'idée de la placer verticalement au-dessus de la chaudière.

Bernard Derosne, pharmacien à Paris, acheta la propriété de cet appareil, et, associé avec un de ses élèves, Cail, ils installèrent l'appareil perfectionné qui porte leur nom.

Nous voici arrivé à la période contemporaine. Nous décrirons plus loin les appareils, Savalle, Egrot, Fontaine, etc., qui tous sont des perfectionnements des appareils d'Argand, d'Adam et de Bérard.

En Allemagne, on emploie un autre système (fig. 97) imaginé par Pistorius (1817), qui diffère un peu des appareils français. Les

Digitized by Google

vapeurs d'alcool arrivent dans une boîte où elles heurtent une plaque métallique qui les force à se diviser le long des parois de la boîte refroidie inférieurement par l'air et au-dessus par de l'eau; les vapeurs aqueuses retournent dans la chaudière, et l'alcool plus concentré passe dans une ou plusieurs boîtes semblables nommées *déphlegmateurs* où elles se concentrent de plus en plus, puis dans un serpentin.

Cet appareil perfectionné est encore très employé en Allemagne.

En Angleterre, on emploie surtout l'appareil à deux colonnes de Coffey, qui repose sur les mêmes principes que les appareils français.

Il est chauffé à la vapeur; les vapeurs d'eau et d'alcool passent dans une première colonne à plateaux où elles rencontrent du vin chauffé par la deuxième colonne. Ce vin cède son alcool et les vapeurs alcooliques toutes réunies passent dans la deuxième colonne dite rectificatrice, où l'alcool se divise et s'épure de plus en plus. Enfin elles se rendent dans le réfrigérant qui les condense en route. Elles échauffent le vin qui circule du haut en bas dans un serpentin et va se déverser, comme nous l'avons dit, dans la première colonne dite distillatoire. Cet appareil très grand est en bois doublé de cuivre intérieurement.

Un appareil distillatoire industriel se compose donc, en résumé :

1° D'une chaudière qui est quelquefois supprimé;
2° D'une colonne analyseuse;
3° D'un serpentin avec réfrigérant;
4° D'un chauffe-vin.

CHAPITRE III.

TITRAGE DE L'ALCOOL ET ALCOOMÉTRIE.

Il se fait sur l'alcool une grande quantité de transactions, et, comme il contient toujours plus ou moins d'eau, il est nécessaire de définir la composition du produit vendu. On a remarqué, tout d'abord, que l'addition de l'eau change sa densité. La

Digitized by Google

densité était donc un moyen immédiatement trouvé pour déterminer la composition du mélange commercial. Cette appréciation n'a pas tout d'abord été faite avec une exactitude absolue ; la nature de l'alcool n'était pas assez bien connue pour cela. Les premiers moyens employés n'étaient même pas fondés sur la densité, mais sur des propriétés plus simples.

Les alchimistes déjà avaient remarqué que l'alcool avait une saveur d'autant plus forte qu'il était plus concentré ; qu'à partir d'une certaine concentration il brûlait. Si on imprègne des linges ou du papier avec de l'alcool, il est réputé bon, si les linges ou le papier brûlent avec l'alcool.

En le mêlant avec de la poudre, il est bon si la poudre s'enflamme quand on met le feu à l'alcool. Ce procédé, comme les précédents, ne réussit que quand on le fait convenablement. Si on met peu d'alcool, la poudre brûle : si on en met beaucoup, la grande quantité d'eau humecte la poudre et l'empêche de s'enflammer.

En le mêlant avec de l'huile, elle se sépare avec l'alcool et surnage.

Les distillateurs praticiens savaient également apprécier la valeur de l'alcool par d'autres moyens empiriques, par exemple, par le temps que le liquide mettait à s'évaporer quand ils en jetaient quelques gouttes sur le chapiteau de l'alambic.

La qualité s'appréciait par la dégustation, et surtout par l'odorat; c'est encore un moyen employé aujourd'hui : on l'étend d'eau et on respire la vapeur dans un verre à ouverture un peu étroite; ou bien on en verse quelques gouttes dans le creux de la main, et, après évaporation de l'alcool, on sent l'odeur laissée par le liquide.

Tous ces moyens ne sont presque que qualificatifs ou très grossièrement quantitatifs.

L'analyse chimique fournit d'autres moyens plus précis que nous avons indiqués (1).

Mais pour les transactions commerciales, outre les procédés d'analyse chimique décelant les impuretés, il était nécessaire d'avoir un procédé d'essai rapide permettant de déterminer la composition en eau et en alcool. Nous avons dit qu'on s'est servi de la densité.

Pour faire cette détermination, on eut recours aux aréomè-

(1) Voir Guichard, *Traité de distillerie*, vol. II, p. 308.

Digitized by Google

tres. L'invention de ces instruments remontent à une époque très éloignée.

Hœfer raconte que Hypatie, femme célèbre, qui enseignait la philosophie à Alexandrie, et qui fut lapidée, en 415, par les disciples fanatiques de saint Cyrille, connaissait déjà cet instrument. Elle écrivait à un de ses élèves, Synésius, la lettre suivante : « Je me trouve si mal que j'ai besoin d'un *hydroscope*. Je vous prie d'en faire faire un en cuivre et de me l'acheter. C'est un tuyau en forme de cylindre, qui a la forme et la grandeur d'un sifflet; sur sa longueur, il porte une ligne droite qui est coupée en travers par de petites lignes, par lesquelles nous jugeons du poids des eaux. L'un des bouts est couvert d'un cône, disposé de manière que le tuyau et le cône aient la même base. On appelle cet instrument *barillion*. Si on le met dans l'eau par la pointe, il y demeure debout et l'on peut aisément compter les divisions qui coupent la ligne droite, et par là on connaît la densité de l'eau. »

Cette description indique évidemment un aréomètre; telle fut, en effet, l'opinion de Fermat, célèbre mathématicien français, qui fut consulté à ce sujet par les commentateurs des lettres de Synésius (1605)

Les aréomètres furent réinventés, dans les temps modernes, par Nicholson, Baumé, etc. Nous ne nous occuperons que de ceux qui ont été destinés à l'alcool.

En Angleterre, on emploie l'hydromètre de Sykes. En Hollande, on emploie l'alcoomètre de Vochmester; en Autriche, Allemagne et Russie, celui de Richter-Tralles; en Roumanie, celui de Wagner; en France, celui de Gay-Lussac, qui diffère peu de celui de Tralles.

Enfin, on a employé autrefois l'aréomètre batave, ceux de Beck, Baumé, Borie, Cartier, Tessa.

Celui de Cartier est encore quelquefois employé, en France et en Espagne, dans le langage ordinaire; mais, officiellement, celui de Gay-Lussac est seul reconnu.

L'alcoomètre de Baumé marque 10° dans l'eau pure et 48° dans l'alcool absolu.

Celui de Cartier est peu différent; il marque 11° dans l'eau et 44° dans l'alcool. L'aréomètre batave marquait 0° dans l'eau pure, 38° dans l'alcool absolu.

L'alcoomètre de Richter-Tralles est fondé sur les mêmes

Digitized by Google

principes que celui de Gay-Lussac, et ses chiffres sont presque les mêmes.

Celui de Sykes, employé en Angleterre, est un aréomètre à poids et à volume variables.

Le procédé d'appréciation de la valeur de l'alcool est tout différent en Angleterre. Un acte du Parlement du 2 juillet 1816 institua, comme unité anglaise pour l'alcool, le *proof spirit*; c'est un mélange de 100 d'alcool et 103,09 d'eau. Sa densité est 0,918633 à 15°,55 = 60° Farenheit. Il correspond, par conséquent, à un alcool marquant 57°,5 Gay-Lussac. La définition officielle est ainsi conçue : « A 51° Farenheit, son poids est les 12/13 de celui de l'eau à volume égal ».

Densité = 0,92307 à 51° Farenheit ou Densité = 0,9186 à 60° Farenheit ou 15°,56 centigrades.

Un alcool plus riche que le *proof spirit* s'appelle *over proof*. Par exemple, un alcool marquant 10 *over proof*, c'est un alcool auquel il faut ajouter 10 litres d'eau pour 100 du liquide alcool, pour faire du *proof spirit*.

Un alcool *under proof* ou *below proof* est un alcool plus pauvre; 10 *under proof* veut dire que de 100 de liqueur spiritueuse il faut retrancher 10 pour avoir du *proof spirit*.

Pour déterminer ces chiffres, on se sert de l'*hydromètre de Sykes* (fig. 98). C'est un aréomètre en laiton; la tige est aplatie et porte des divisions. Dix petits poids en cuivre complètent l'appareil. Si on le plonge sans poids dans l'alcool concentré de densité 0,825 à 60° Farenheit (*Standart alcool*) ou 93° Gay-Lussac, il marque 0°, et dans l'eau distillée il marque 10°, chargé du poids le plus fort.

Si on le plonge dans un alcool plus fort que le *proof spirit*, il affleurera sur la tige à un numéro qui sera le degré *over proof*.

Si on le plonge dans un alcool plus faible que *proof spirit*, il faudra, pour

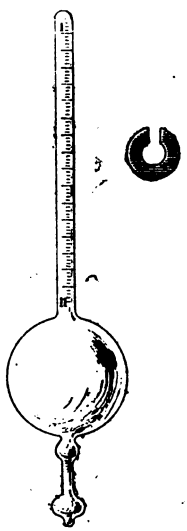


Fig. 98. — Hydromètre de Sykes.

Digitized by Google

le faire affleurer à un chiffre sur la tige, ajouter, sur une petite boule placée au-dessous de la grosse, l'un des petits poids en cuivre. Ce poids, augmenté du chiffre d'affleurement, indiquera le degré *under proof*; ainsi, s'il faut mettre le poids 10 et qu'on ait l'affleurement 5, on aura pour degré *under proof* 15.

Le chiffre donné par l'appareil indique, au moyen d'une table spéciale, le nombre de litres de *proof* contenus dans un hectolitre d'alcool, il faut tenir compte de la température.

On voit que ce mode d'appréciation de l'alcool est peu commode.

L'eau-de-vie *preuve de Londres* marque 23° Cartier, 24° Baumé ou 61° Gay-Lussac.

En France, on se servait autrefois de certaines désignations qui sont encore un peu employées.

On appelle *eau-de-vie preuve de Hollande* un mélange d'eau et d'alcool ayant pour densité 0,9462; il contient 43 pour 100 d'alcool. Il perle lorsqu'on l'agite dans un flacon.

L'*eau-de-vie preuve d'huile* a pour densité 0,9151 et contient 59 pour 100 environ d'alcool.

Il y a encore quelques désignations numériques en usage représentées par des fractions, dont le numérateur indique la quantité d'eau à ajouter pour obtenir en *preuve de Hollande* le nombre porté en dénominateur.

Ainsi le trois-six est un alcool dont 3 volumes avec 3 volumes d'eau donnent 6 volumes *preuve de Hollande*.

Voici l'équivalence de ces chiffres en degrés centésimaux. Ces chiffres ne sont qu'approximatifs; les auteurs ne sont pas toujours parfaitement d'accord sur la valeur de ces mélanges.

4/5	ou	50° G.-L.	4/7	ou	78°
5/6	—	58	3/5	—	78
3/4	—	68	3/6	—	85
			3/7	—	88
2/3	—	72	3/8	—	92,5

D'après Duplais aîné(1), ces désignations étaient employées dans le Midi et représentaient, non des volumes, comme on le croit généralement et comme nous venons de le dire, mais des poids. Ils désignent en poids les quantités d'eau qu'il faut ajouter à un liquide alcoolique pour obtenir la *preuve de Hollande*, qui serait, d'après l'auteur, à 19° Cartier ou 50° centigrades au lieu de 43°.

(1) Duplais, *Traité de la fabrication des liqueurs*, t. II, p. 144, 6e édition.

Digitized by Google

Les fractions employées étaient, d'après le même auteur :

2/3	= 23° C	= 61,5 G.-L.	6/11	= 32° C	= 82,4 G.-L.
3/4	= 24	= 64,2	3/6	= 33	= 84,3
3/5	= 29	= 76,3	3/7	= 35	= 88,0
4/7	= 30	= 78,4	3/8	= 37	= 91,1
5/9	= 31	= 80,5	3/9	= 41	= 96,6

Cette double interprétation donne la clef des différences de chiffres indiquées par les différents auteurs. C'est aussi là l'explication des deux valeurs différentes attribuées à la preuve de Hollande.

Voyons maintenant la valeur de l'alcoomètre de Gay-Lussac. Nous avons dit qu'il est presque identique à celui de Tralles employé en Allemagne.

Gay-Lussac est parti d'un alcool absolu ayant pour densité 0,7947 à 15°; Tralles, d'un alcool ayant pour densité 0,7939 à 15°,56.

Il y a une très petite différence entre les deux indications. Cette différence tient à ce que l'alcool n'était pas tout à fait absolu et à la différence de température. Une Commission a refait récemment les expériences et les calculs de Gay-Lussac, depuis que la construction de l'alcoomètre légal est surveillée par l'État.

Les nouveaux chiffres servent de base au contrôle des alcoomètres, et ces chiffres ont force de loi depuis le décret du 27 décembre 1884. La densité de l'alcool à 15° a été fixée à 0,7943. C'est un chiffre intermédiaire entre ceux de Gay-Lussac et de Tralles. Il ne faut pas s'étonner de trouver, dans les divers ouvrages, des chiffres différents pour la densité de l'alcool, les divers expérimentateurs n'ayant pas tous donné le même chiffre, soit par suite d'insuffisance dans la déshydratation de l'alcool, soit par suite de fautes d'impression dans leurs ouvrages. C'est ainsi que la densité à 0°, prise dans les divers ouvrages de chimie, varie de 0,8026 à 0,8095. La graduation de l'alcoomètre ne peut être faite par le calcul, car on sait que les mélanges d'alcool et d'eau se contractent d'une façon variable, le maximum de contraction étant pour 54 volumes d'alcool Ce phénomène a été étudié par Rudberg qui reconnut que 53 vol. 739 d'alcool mêlés avec 49 vol. 836 d'eau donnent 100 volumes du mélange, au lieu de 103.575. La contraction de volume est donc de 3,575, ou, en poids, que 42 gr. 91 d'alcool et 49 gr. 77 d'eau donnent 92 gr. 68 d'alcool. Cent volumes d'alcool, après la contraction,

Digitized by Google

pèsent donc autant que 103,575 des deux liquides avant la contraction. La densité du mélange est 0,927 à 15°.

La formule de cet hydrate est approximativement $C^2H^6O + 3H^2O$. La valeur de la contraction diminue quand la température augmente; elle est de 3,775 à 15°, de 3,97 à 4° et de 3,31 à 37°,5.

L'alcoomètre doit donc être gradué degré par degré, au moyen de liquides préparés à cet effet; mais cela ne suffit pas encore, car le verre éprouve des changements de volumes après avoir été chauffé pour la fabrication de l'instrument. Il en résulte la nécessité de vérifier les alcoomètres même contrôlés.

Dans une note communiquée à la Société chimique, M. Muller dit que des alcoomètres contrôlés ont donné les chiffres suivants (1) :

	Alcoomètre de 0 à 20°				Alcoomètre de 20 à 40°			
Densité de l'alcool aqueux à 15°. . .	0,99272	0,98641	0,98076	0,97698	0,97494	0,97095	0,96533	0,95888
Degrés alcooliques correspondants . .	5,14	10,24	15,44	19,32	21,33	25,14	30,31	35,40
Degrés donnés par les instruments . . .	4,90	9,97	15,21	19,00	20 97	24,92	30,02	35,10
Différences en moins.	0,24	0,27	0,23	0,32	0,36	0,22	0,29	0,30

Pour prendre le degré alcoométrique avec cet instrument (fig. 98), il faut plonger l'instrument légèrement humecté dans l'alcool en se plaçant de façon à faire passer le rayon visuel au-dessous du ménisque formé par le liquide (2).

La température a aussi une influence sur le résultat. Des tables ont été faites d'après les expériences de Gay-Lussac par M. Collardeau. Ces tables permettent de ramener les degrés lus sur l'instrument aux indications qu'il donnerait à la température de 15°. Nous avons donné ces tables à la fin du deuxième volume. Nous avons donné également une formule permettant de faire par le calcul cette correction.

Avec très peu d'exercice on peut donc arriver à trouver la quantité d'alcool contenu dans un hectolitre de liquide alcoolique.

(1) Muller, *Bulletin de la Société chimique de Paris*, 1892, t. VII, p. 492.

(2) Voir Guichard, *Traité de distillerie*, vol. II, p. 294.

Digitized by Google

On arriverait au même résultat par la détermination de la densité. Si, par exemple, on trouve 45° à 15° de température, cela veut dire que 1 hectolitre (ou 100 litres) contient 45 litres d'alcool pur. Mais il ne faudrait pas en conclure que le liquide contient 100 — 45 = 55 litres d'eau. Nous avons dit, en effet, qu'il y a une contraction et que le volume n'est pas la somme des deux volumes. Il n'y a donc à considérer que l'alcool: c'est ce que Gay-Lussac appelait la *force* du liquide alcoolique. Si la température du liquide est de 15°, c'est la *force réelle*; si non, il faut consulter la table de Gay-Lussac qui donne la *force réelle* à 15°. L'emploi des différentes tables peut donner lieu à des erreurs et produire dans l'esprit des idées fausses. Voici, en résumé, ce que dit, à ce sujet, M. Barbet dont la compétence sur ces questions est bien connue (1).

Supposons un alcool marquant 97° à 25° de température. La table de la force réelle (2) donne, pour la force réelle du liquide, 94°,9 à 15°. Ce chiffre est la quantité d'alcool contenue dans l'alcool, si on l'avait refroidi à 15°. Mais si on l'avait refroidi ainsi, le volume de 500 centimètres cubes, mesuré, je suppose, d'avance, se serait réduit aussi, et la même table nous indique que 1 litre devient 990, c'est-à-dire 495 centimètres cubes pour les 500 C'est donc 495 centimètres cubes de liquide marquant 94° 9 et contenant par suite 495 c.c. × 94,9 = 469 c.c. 75 d'alcool pur. C'est la quantité d'alcool pur contenu dans un fût de 500 litres à 25° ou 495 à 15° = 469 l. 75. Si on fait le même calcul au moyen de la table des richesses alcooliques, ou *table de la régie*, qui sert ordinairement pour cet usage, on a en une seule opération le chiffre définitif (3).

Fig. 99. Alcoomètre de Gay-Lussac.

(1) Barbet, *Manuel des fabricants d'alcool et d'eaux-de-vie.*

(2) Voir Guichard, *Traité de distillerie*, vol. II, p. 358 et suiv.

(3) Voir Guichard, *Traité de distillerie*, vol. II, p. 376 et suiv.

Digitized by Google

Or on trouve 93° 9, ce qui fait, pour les 500 litres, 500 × 93.9 = 469 l. 50, chiffre un peu plus faible que celui que nous avions trouvé au moyen de la table des forces réelles. La différence est faible; elle est due à ce que, dans les calculs, on est obligé, pour simplifier, de négliger les dernières décimales des nombres.

La table de la régie peut encore faire commettre d'autres erreurs.

Un rectificateur, d'après la table, ne peut pas obtenir un aclool au même degré en toute saison.

Par exemple, si on opère à des températures de 5° en hiver, 15° au printemps et 25° en été, et qu'on obtienne respectivement des alcools marquant 94°,4, 96°,5, 98°,6, la table des *forces réelles* nous montre que ces trois alcools marqueraient tous les trois le même degré (96°,5), à 15°. Mais si nous nous servons de la table des *richesses alcooliques*, nous trouverons pour ces trois alcools :

à 94,4 à 5° = 97°,5 en hiver
à 96,5 à 15 = 96 ,5 au printemps
à 98,6 à 25 = 95 ,6 en été.

La table des richesses alcooliques ne donnent donc pas des chiffres toujours exacts; il faut pour cela se servir de la table des forces réelles.

La table des richesses alcooliques employée jusqu'à présent est la table établie sur la densité de Gay-Lussac légèrement modifiée actuellement, mais l'erreur commise de ce chef est peu importante.

On voit donc que la mesure des forces alcooliques par les volumes a des inconvénients. Ces inconvénients disparaîtraient par la substitution des poids aux volumes. C'est en poids que sont faites toutes les analyses chimiques, de même que les calculs de physique. Les changements que les volumes éprouvent sous l'influence de la contraction et de la température disparaîtraient par l'emploi des poids qui sont invariables Il serait donc à désirer que, dans le prochain remaniement des tables de Gay-Lussac, on fit la substitution des poids aux volumes.

Digitized by Google

CHAPITRE VI.

THÉORIE DE LA DISTILLATION.

§ 1er. — Généralités.

Les liquides que nous avons examinés sont amenés à leur dernier terme. Nous avons transformé, soit par des réactions chimiques, soit par des fermentations diverses, les liquides de telle sorte qu'ils sont formés de produits non volatils et de produits volatils en plus ou moins grand nombre. Le problème qui se pose maintenant est celui-ci : séparer les produits volatils des produits fixes et séparer les produits volatils les uns des autres.

La première opération se fait par la *distillation*; la deuxième constitue la *rectification*, qui a pour but, non pas de séparer tous les produits les uns des autres, mais d'en isoler un dans le plus grand état de pureté et de concentration que possible.

La première opération est assez simple en principe. On arrive facilement à séparer l'alcool des matières solides solubles ou insolubles qui ne sont pas volatiles, telles que les sons, la levure, les sels, etc.

Cette première opération se faisait autrefois et se fait encore souvent au moyen de l'alambic de Chaptal ou alambic simple.

De même, la purification et la concentration se faisaient autrefois par une série de distillations, dans le même appareil, jusqu'à ce qu'on ait obtenu le résultat voulu : on perdait beaucoup de temps et le produit coûtait très cher.

Alambic simple. — Le cas le plus simple est celui de la distillation de l'eau. Soumise à l'action de la chaleur, elle s'échauffe émet des vapeurs, et, lorsque la force élastique de ces vapeurs devient supérieure à la pression atmosphérique, l'eau bout, puis la vapeur se condense à l'extrémité du serpentin. On laisse de côté les premières portions qui peuvent contenir un peu d'acide carbonique et d'ammoniaque, et les dernières portions qui peuvent contenir un peu d'acide chlorhydrique.

Nous n'insisterons pas davantage sur ce cas simple. Nous remarquerons seulement qu'il s'est déjà compliqué, puisqu'il a fallu mettre de côté certaines portions de la distillation. La complication n'est pas grande; elle est réduite à sa plus simple

Digitized by Google

expression, à cause de la faible quantité des matières volatiles à séparer et du peu de valeur du produit à obtenir qui permet d'en perdre un peu, sans grave inconvénient.

Mais lorsque la quantité de matières volatiles augmente, la difficulté devient plus grande, surtout si c'est cette matière volatile qui doit être recueillie et qui a une valeur.

On peut poser en principe général que, si plusieurs liquides volatils sont mêlés, il sera impossible de les séparer complètement; mais on pourra concentrer la liqueur, de façon à réunir tout le principe volatil à extraire avec la plus petite quantité des autres liquides.

Prenons l'exemple le plus simple, celui que nous avions dans l'alambic, c'est-à-dire l'eau contenant une très petite quantité d'un liquide plus volatil qu'elle, soit l'alcool. Nous pourrons même avec l'alambic, et à plus forte raison avec les appareils perfectionnés, réunir tout l'alcool dans une quantité d'eau de plus en plus faible. Voici quelques exemples à l'appui : Mœrcker donne l'exemple suivant :

Un liquide alcoolique à :

10°	donnera par	distillation un	premier liquide	à 28°
28°	—	—	—	50°
50°	—	—	—	70°
70°	—	—	—	80°

En quatre distillations, on a donc concentré de l'alcool à 10° pour en faire de l'alcool à 80°.

La quantité de liquide qu'il faudra distiller pour retirer tout le liquide contenu variera avec la nature du liquide et la perfection de l'instrument.

M. Duclaux a montré que, pour épuiser un liquide de façon à ne pas avoir une perte supérieure à 0,005 pour 100, il faut retirer :

50	p. 100	d'un liquide	à 5	p. 100
60	—	—	10	—
70	—	—	20	—
80	—	—	40	—
90	—	—	50	—

renseignement utilisé dans l'analyse des liquides alcooliques, comme nous l'avons vu.

Voici quelques résultats empruntés à M. Duclaux.

Dans ces expériences, M. Duclaux a recueilli par dixièmes les tractions du liquide distillé.

Digitized by Google

Mélanges d'alcool méthylique et d'eau

Titres des liquides à distiller	5 %	10 %	20 %	34 %	45 %	60 %
	Titres des fractions distillées					
1er dixième	54%	51%	30%	25%	20,5%	14,9%
2e —	26	27	29	25	19,5	14,9
3e —	12	14,5	10	20	19,0	14,5
4e —	6	3	3,5	17	17,0	14,2
5e —	2	1,5	1,5	13,5	13,5	13,6
6e —	»	0,5	1,0	6	6,0	12,4
7e —	»	0,5	0,5	1,7	1,7	9,9
8e —	»	»	0,5	0,6	0,6	4,7
9e —	»	»	»	0,2	0,2	0,5
10e —	»	»	»	»	»	0,4
	100	100	100	100	100	100

Mélanges d'alcool ethylique et d'eau

Titres des liquides à distiller	2%	5%	10%	15%	20%	30%	40%	50%
	Titres des fractions distillées							
1er dixième	77	68	56	47	37	29	22	18
2e —	20	26,5	32	35	33	27	21,5	18
3e —	2	5	9	14	22,5	23	20,5	18
4e —	1	0,5	1,5	3	6	15,5	19	17,5
5e —	»	»	1	0,5	0,5	4,5	14	16
6e —	»	»	0,5	0,5	0,5	0,7	2	11
7e —	»	»	»	»	0,5	0,3	0,6	1
8e —	»	»	»	»	»	»	0,4	0,3
9e —	»	»	»	»	»	»	»	0,2
10e —	»	»	»	»	»	»	»	»
	100	10	100	100	100	100	100	100

Ce dernier tableau montre que, si on veut faire une analyse d'alcool avec une perte de 0,05 pour 100, au plus 0,5 pour 10, il faudra distiller un peu plus de 2/10 du premier, 4/10 du deuxième, 6/10 du troisième, etc., et environ 10 fois plus si on ne veut avoir qu'une perte de 0,005 pour 100.

Digitized by Google

Il faut tenir compte de la disposition de l'expérience. Si la cornue est exposée au rayonnement, il y aura sur la surface une condensation partielle de vapeurs. Celles-ci retomberont dans la cornue, et les vapeurs distillées se trouveront enrichies. C'est pour se mettre à l'abri de cette cause d'erreur que M. Sorel a distillé dans une cornue immergée dans un bain-marie.

Un liquide à	5	p. 100	donnera un	liquide à	12,44	p. 100
—	10	—	—	—	19,90	—
—	20	—	—	—	33,17	—
—	30	—	—	—	49,75	—
—	40	—	—	—	56,86	—
—	50	—	—	—	71,07	—

On ne pourrait donc jamais obtenir un alcool bien concentré par ce procédé.

De plus, comme nous allons le montrer, cette opération est beaucoup trop coûteuse et ne peut être utilisée que dans un laboratoire d'analyses, mais non dans une usine.

Voyons pour cela quelle est la chaleur spécifique de ces mélanges.

La chaleur spécifique d'un mélange d'eau et d'alcool diminue à mesure que la quantité d'alcool augmente, et la chaleur spécifique de l'alcool augmente avec la température.

Alcool p. 100 en volumes	Chaleur spécifique à 0 *t*	à 20 *t*	à 60 *t*	à 80 *t*
10	1,052	.	.	.
20	1,043	.	.	.
30	1,012	.	.	.
40	0,946		.	.
50	0,878	.	.	.
100	0,547	0,595	0,706	0,769

(Regnault).

Mœrcker a donné également les chiffres des chaleurs latentes et des chaleurs spécifiques des mélanges alcooliques, d'après les travaux des physiciens français Jamin, Amaury, Dupré et d'après ceux d'Iges et Pampe.

Digitized by Google

Proportion d'alcool du liquide p. 100 en volume	Chaleur spécifique à t^o en calories	Chaleur de mélange de 1 kilogr.	Chaleur spécifique de vaporisation	Point d'ébullition du mélange à la pression 760
0,0	1000 + 0,00 110 t	0,0	536	100
5,0	1040 — 185	2,8	523	95,9
10,0	1060 — 200	4,5	509	92,6
15	1065 — 205	6,3	495	90,2
20	1065 — 205	7,7	481	88,3
25	1060 — 210	8,9	467	86,9
30	1055 — 220	9,4	452	85,7
35	1045 — 235	9,6	438	84,8
40	1035 — 250	9,5	424	84,1
45	1015 — 260	9,1	409	83,4
50	0990 — 270	8,4	394	82,8
55	0960 — 275	7,6	379	82,3
60	0930 — 285	6,8	363	81,7
65	0900 — 290	5,9	346	81,2
70	0865 — 295	5,0	330	80,8
75	0830 — 300	4,1	312	80,4
80	0795 — 305	3,2	294	79,9
85	0760 — 310	2,6	276	79,5
90	0705 — 310	1,9	256	79,1
95	0650 — 320	1,3	234	78,8
100	0580 — 340	0,0	209	78,4

Prenons maintenant comme exemple 1 hectolitre de mélange à 5°. Il faudra, d'après les résultats précédents de M. Duclaux, distiller 50 litres de liquide. D'après le tableau de Mœrcker, la chaleur spécifique de ce mélange est :

$$C = 1,040 + 0,00185\ t \text{ ou pour } t = 97\ C = 1,1288.$$

La densité à 15° est 0,993.

On dépensera donc, pour l'amener, à 15°, 97 — 15 = 82.

$$1,1288 \times 82 \times 99,3 = 9,1894.$$

La chaleur latente du mélange est variable. puisqu'il s'appauvrit continuellement; elle varie de 523 à 536; prenons 530 comme moyenne. La richesse du liquide distillé sera devenue 10° Gay-Lussac; sa densité, 0,9876, les 50 litres pèseront donc :

0,9876 × 50 = 49,38 il leur faudra donc pour 49,38 × 530 = 26171,4 calories, ou en tout 35360,8 calories.

Chaque kilogramme de vapeur donnant 555 calories au plus, la dépense sera $\frac{35360,8}{555}$ = 63 kg. 7 de vapeur, ce qui ferait, pour

Digitized by Google

1 hectolitre d'alcool à 100° Gay-Lussac, $\frac{63,7}{5} \times 100 = 1274$ kilogrammes, pour obtenir simplement un liquide à 10°. Ce chiffre, comme nous le verrons, est au moins six fois plus fort que celui qu'on dépense avec une colonne.

Gröning a fait des expériences de distillation au moyen d'une cornue tubulée pour déterminer la température d'ébullition des mélanges d'eau et d'alcoolet le degré alcoolique des vapeurs.

Dans ces expériences, la cornue n'a pas été mise à l'abri du rayonnement; aussi les chiffres sont notablement trop forts. M. Sorel a répété ces expériences en plongeant la cornue dans un bain-marie, de façon à éviter cette cause d'erreur. Les chiffres qu'il a trouvés sont notablement inférieurs à ceux de Gröning, surtout pour les mélanges pauvres en alcool.

Voici les chiffres les plus importants des expériences de M. Sorel (1) :

Degré alcool du liquide G.-L.	Volume d'alcool dans 100 vol. de vapeur	Température d'ébullition du liquide	Degré alcool du liquide G.-L.	Volume d'alcool dans 100 vol. de vapeur	Température d'ébullition du liquide
0°	0	100°	55	76,54	82,3°
5	35,75	95,9	60	78,17	81,7
10	51,00	92,6	65	79,92	81,2
15	61,50	90,2	70	81,85	80,8
20	66,20	88,3	75	84,10	80,4
25	67,95	86,9	80	86,49	79,9
30	69,26	85,7	85	89,05	79,5
35	70,60	84,8	90	91,80	79,1
40	71,95	84,1	95	95,05	78,1
45	73,45	83,4	97,5	97,6	78,5
50	74,95	82,8			

Dans le cas de l'alambic simple, qui est encore un peu employé dans les laboratoires et dans les distilleries d'eau-de-vie, l'appareil, étant en communication avec l'air, n'est soumis à aucune pression. Il est donc inutile qu'il soit muni de soupape de sûreté; il suffit que la section du tuyau soit suffisante pour que l'air n'ait aucune difficulté à exercer sa pression dans la chaudière.

(1) Sorel, *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 27 mars 1893.

Digitized by Google

La distillation se fait quelquefois difficilement, que ce soit à l'alambic ou avec d'autres appareils. Certains corps donnent une mousse abondante, qui fait déborder le liquide de la cucurbite dans le récipient, On empêche ce phénomène en jetant à la surface un peu d'huile, de cire ou de paraffine. D'autres liquides bouillent avec des soubresauts assez violents pour briser les vases de verre. On les empêche en plaçant dans le vase distillatoire des corps anguleux, comme du verre ou de la porcelaine, de petits morceaux de platine, ou bien en faisant traverser le liquide par un courant de vapeur d'eau, d'air ou d'un gaz inerte quelconque.

M. Bechmann a proposé de souder au fond du vase une tige verticale de platine ; le moyen est excellent, mais la soudure casse souvent. Il a évité cet inconvénient en soudant le platine sur du *verre rouge d'Iéna pour soudure*, dont la dilatation est intermédiaire entre le platine et le verre.

En remplaçant la tige de platine tout simplement par une tige de verre d'Iéna, on obtint le même résultat. Les bulles se forment sur le verre d'Iéna.

1° *Distillation de deux liquides insolubles l'un dans l'autre.* — Lorsque les deux liquides ne se mêlent pas l'un à l'autre, chacun des deux corps se volatilisent comme s'il était seul. La tension du mélange est la somme des tensions des deux composants. L'ébullition a lieu à une température inférieure à la température d'ébullition du liquide le plus volatil, mais la vapeur d'un corps entraîne toujours un peu des autres corps, même beaucoup moins volatils.

Un corps dont la vapeur est légère entraîne facilement ceux dont la vapeur est dense. C'est pourquoi la vapeur d'eau entraîne même la naphtaline, les huiles de houille qui sont bien moins volatiles, mais dont les vapeurs sont très denses.

Les corps faisant partie d'une même série homologue sont très difficiles à séparer les uns des autres.

La température d'ébullition reste constante jusqu'à ce que tout le liquide, qui se volatilise le premier, ait disparu. Ce n'est pas toujours le plus volatil.

Ainsi, un mélange de 100 volumes de benzine avec 8,4 volumes d'eau distillera complètement sans altération sous la pression, 741,3 millimètres à la température de 68°,8.

Digitized by Google

Cent volumes de benzine et 15 volumes d'eau donneront à la distillation un produit contenant 8,4 volumes d'eau et 100 volumes de benzine, la température restera à 68,9, tant qu'il y aura de la benzine, ensuite elle remontera tout d'un coup à 100.

Au contraire, avec 110 volumes de benzine et 8,4 volumes d'eau, on aura la température finale de 79°,5 sous la pression 747 millimètres et le résidu sera de la benzine pure. Le cas que nous venons d'examiner ne se présente pas en distillerie où les liquides sont solubles les uns dans les autres. L'alcool amyliqué est très peu soluble dans l'eau, mais il se dissout à la faveur de l'alcool éthylique.

2° *Distillation de deux liquides solubles l'un dans l'autre.* — La distillation, dans ce cas, ne suit plus tout à fait les mêmes règles. La tension des mélanges n'est plus la somme des tensions des deux composants. La solubilité influe sur le point d'ébullition, sur la composition des vapeurs; les proportions des deux corps influent sur le phénomène.

Rappelons qu'il semble y avoir quelquefois plus qu'une dissolution; car, dans le cas de l'alcool et de l'eau, nous avons signalé une contraction de volume, phénomène qui indique plus qu'un simple mélange.

Il faut consulter l'expérience.

Si on examine la force élastique de ces mélanges, on constate qu'elle est tantôt supérieure, tantôt inférieure à celle du composant qui a la tension la plus forte. C'est ce qui résulte des expériences de Wülner sur les mélanges d'alcool et d'eau.

Voici quelques-uns des résultats de Wülner :

Température	Force élastique.				
	Eau	Alcool	Alcool 1 Eau 8	Alcool 05 Eau 1	Alcool 1,5 Eau 1
degrés	mm	mm	mm	mm	mm
11,8	10,32	29,75	28,00	21,00	23,90
20,5	17,93	49,05	46,26	35,41	39,26
30,4	32,27	84,10	79,76	62,00	68,76
40,0	54,90	137,00	130,75	103,25	116,75
50,5	94,31	225,00	216,86	173,98	189,86
60,3	151,25	354,68	342,75	277,38	300,75
70,0	234.12	543,10	526,55	376,45	463,55
80,4	360,49	824,86	800,67	642,81	705,67
81,7	380,63	873,81	849,73	682,41	747,73

Digitized by Google

L'étude des mélanges d'eau et d'alcools a été faite en partie, mais pas dans des conditions analogues à celles de la distillerie, par M. Sorel. Voici les résultats qu'il a obtenus :

Si on étudie le mélange d'eau et d'alcool méthylique, on constate que la tension de vapeur du mélange est comprise entre celles des deux éléments et assez voisine de la moyenne.

Les mélanges d'eau et d'alcool éthylique s'éloignent notablement de cet exemple.

La tension est toujours au-dessus de la moyenne et d'autant plus grande que la température est plus élevée.

M. Sorel a réuni dans un tableau les résultats de ses expériences (1). Dans les liquides de richesses moyennes, la richesse de la vapeur croît en progression arithmétique, comme celle du liquide; mais pour les liquides riches ou pauvres, il n'en est plus de même. La température s'élève à mesure que le liquide perd son alcool. Le résidu contient le liquide qui a la plus faible tension et le liquide de haute tension distille, mais toujours mêlé avec une certaine quantité de liquide de faible tension.

Dans le cas de l'alcool, il se forme, en outre, des mélanges à point d'ébullition fixe qu'on a considérés souvent comme des hydrates.

Le plus important de ces hydrates est celui qui renferme 97°,6 pour 100 d'alcool; ce mélange bout à une température plus basse que les mélanges, plus ou moins riches que lui, de sorte qu'il ne peut être dédoublé par la distillation à la pression atmosphérique.

M. Le Bel, en distillant, dans un appareil à boules équivalent aux appareils industriels, des mélanges d'alcool et d'eau, a obtenu de l'alcool à 96°,5; et en distillant de l'alcool à 98°,5, il passe d'abord de l'eau, et c'est le résidu de la distillation qui est le plus riche en alcool. Après trois fractionnements, le résidu marquait 99°,3, et les premières portions distillées marquaient 97°,4 Il y a un mélange passant à une température fixe qui marque 97° Gay-Lussac.

Il y a donc un mélange alcoolique de composition constante, qui paraît être la limite que la distillation ne peut dépasser, vers laquelle tendent tous les alcools étendus ou concentrés. Il y a peut-être lieu de faire remarquer que, dans l'expérience

(1) Sorel, *Comptes rendus*, 27 mars 1892.

Digitized by Google

de M. Sorel, l'alcool de 98°,5 distillé a fourni un alcool faible à la distillation et, comme résidu, un alcool à 99°,3. On pourrait donc de cette façon, en distillant un alcool pur de 98°,5, obtenir une augmentation de 1° environ.

Un autre cas se présente dans lequel la tension de vapeur du mélange est supérieure à la tension de vapeurs des deux éléments.

C'est ce qui arrive avec les homologues de l'alcool éthylique.

Ces mélanges présentent un maximum de tension; en ce point la vapeur a la même tension que le liquide. La courbe de tension reste constante un peu de temps.

Le liquide et la vapeur ont, en ce point, la même composition, comme si c'était un composé défini.

Sur les deux branches ascendante et descendante de la courbe de chaque côté du maximum, l'un des éléments distille d'un côté : de l'autre côté, c'est l'autre élément qui passe à la distillation. On tend donc toujours à obtenir un liquide de composition constante.

D'après les expériences de M. Sorel, un mélange de 77 parties d'alcool propylique et 21 parties d'eau distillera entièrement.

Un mélange de 70 parties d'alcool propylique et 30 parties d'eau laissera de l'eau pure, et, inversement, un mélange de 85 parties d'alcool propylique et 15 d'eau laissera, comme résidu, de l'alcool propylique.

L'alcool butylique, peu soluble dans l'eau, donne une courbe dont la partie moyenne est horizontale, et dont les extrémités s'inclinent rapidement vers les points extrêmes de la courbe.

Dans le cas de trois corps solubles, la solubilité jouera aussi un grand rôle. C'est le cas des liquides fermentés.

M. Sorel a étudié la distillation d'un mélange d'eau et d'alcool éthylique additionné de 2 pour 100 au plus d'alcool isoamylique de fermentation et de différents éthers de la série grasse.

M. Sorel résume ses recherches sur la distillation des mélanges binaires et ternaires de la manière suivante :

« La distillation répétée ne peut séparer deux corps l'un de l'autre que si la courbe des tensions de mélange, pour une température déterminée, ne présente ni maximum ni minimum.

« Dans le cas contraire, la distillation répétée n'aboutit qu'à la production d'un ou de plusieurs mélanges définis, bouillant à température constante sous pression constante. La constance

Digitized by Google

du point d'ébullition sous pression constante n'est donc ni un critérium de la pureté d'un corps ni une preuve qu'il constitue une combinaison définie. La distillation sous différentes pressions de plus en plus réduites permet de pousser plus loin la séparation d'un des constituants, mais ne permet pas d'atteindre une séparation complète. L'élimination d'un des constituants par un procédé chimique est souvent la condition nécessaire des séparations par distillation » (1).

§ 2. — Concentration des vapeurs.

Dans la distillation fractionnée à l'alambic, il serait impossible d'obtenir un alcool concentré, comme nous l'avons dit, sans perdre une grande partie du produit. On est obligé d'avoir recours à un artifice, et c'est le principe des appareils industriels. Cet artifice consiste à refroidir une partie des vapeurs qui se condensent et retournent à la cucurbite, laissant ainsi distiller des vapeurs plus riches. Cette condensation s'obtient en refroidissant avec de l'eau le chapiteau de l'alambic ou les prolongements du tuyau, ou en refroidissant par un courant d'eau un tuyau incliné en arrière pour faire refluer vers la cornue les vapeurs aqueuses condensées. Pour obtenir l'effet le plus favorable, il faut que l'eau suive une direction inverse de celle de la vapeur et qu'on augmente le plus que possible la surface réfrigérante pour diminuer d'autant le liquide réfrigérant.

Si on envisage la question au point de vue industriel, il n'est pas possible de pousser l'épuisement bien loin par ce procédé. On cesse de concentrer quand on a distillé les 17/20 de l'alcool, et on achève la distillation sans condenser, pour épuiser le liquide. On a ainsi des petites eaux qu'on repasse dans une distillation suivante.

Ce principe est la base de l'ancien procédé Pistorius, mais l'alcool revient trop cher.

Les appareils français sont basés sur le procédé par barbotage de Glauber ou d'Adam et des nouveaux appareils Pistorius.

Dans ces appareils, la chaleur est mieux utilisée. La première chaudière seule reçoit directement l'action du feu; les vapeurs

(1) E. Sorel, *La Distillation*, aide-mémoire Léauté.

Digitized by Google

se rendent dans la deuxième pour enrichir le liquide et l'échauffer en même temps, puis dans le chauffe-vin où elles se refroidissent dans un serpentin. Enfin elles continuent de se condenser dans quelques lentilles qui constituent le *déphlegmateur*.

Quand la première chaudière est épuisée, on y fait écouler le liquide de la deuxième, et dans celle-ci celui du chauffe-vin qui reçoit du liquide froid.

Il est facile de se rendre compte de l'économie produite par ce procédé.

La vapeur de la première chaudière, en se condensant dans la deuxième, en élève la température rapidement, de sorte que bientôt chaque bulle de vapeur d'eau condensée fait dégager de la chaudière une bulle d'alcool, et l'épuisement se fera rapidement. Il faut pour cela que la température d'ébullition de la première chaudière soit plus élevée que celle de la deuxième; ce qui arrive de suite, puisqu'elle perd de l'alcool de plus en plus.

Si chaque chaudière était chauffée séparément, elles exigeraient chacune, pour être épuisée, un poids P de vapeurs, c'est-à-dire que la consommation serait 2 P pour deux chaudières.

Au contraire, dans le système de Glauber, la première chaudière seule reçoit P de chaleur. Elle donne un poids (p) de vapeur faiblement alcoolique, mais qui contient toute la chaleur de P; en négligeant le rayonnement, elle chauffera, dans la deuxième chaudière, exactement comme la première. On n'aura donc consommé, pour les deux chaudières, que P, au lieu de 2 P. De même, pour trois chaudières, on aurait consommé P, au lieu de 3 P.

La richesse du liquide distillé est plus grande que celle que fournirait l'alambic simple.

Nous avons vu qu'un liquide à 5° Gay-Lussac donnerait 50 pour 100 d'un liquide marquant 10°. Si nous opérons, comme précédemment, avec trois chaudières, tout l'alcool se réunira dans la troisième chaudière supérieure qui contiendra un alcool occupant trois fois moins de volume, mais trois fois plus riche.

Les colonnes à plateaux fonctionnent de la même façon, puisque chaque plateau constitue un barboteur. Suivant le mode de construction, il faudra un nombre de plateaux plus ou moins grand.

Le raisonnement précédent semble établir qu'une colonne à

Digitized by Google

10 plateaux ne dépensera que $\frac{1}{10}$ de la chaleur de l'alambic simple. Mais il faut tenir compte des pertes par rayonnement qui font qu'il faut toujours fournir plus de chaleur qu'il n'en est nécessaire afin de remplacer la chaleur perdue. De plus, le barbotage sur les plateaux est loin de produire l'échange mathématique de vapeur, de sorte qu'il faut toujours, pour être sûr d'éduiser totalement le liquide, avoir quelques plateaux privés d'alcool au bas de la colonne. Le nombre des plateaux varie de 10 à 25 et plus. Les plateaux fonctionnant comme les chaudières, on a été conduit à supprimer complètement les chaudières et à faire arriver directement le vin du chauffe-vin dans le haut de la colonne, pendant que la vapeur arrivait par le bas.

La marche des deux liquides est exactement en sens contraire, comme dans le cas des chaudières de l'appareil Adam. Les vapeurs d'alcool, de plus en plus riches, montent continuellement vers le haut de la colonne; elles rencontrent donc continuellement des liquides de plus en plus froids. Lorsqu'elles arrivent au plateau d'alimentation, elles trouvent le vin à une température inférieure à son point d'ébullition. Il se fait donc une condensation de vapeur enrichissant les liquides qui sont toujours plus riches; aussi l'alcool qui s'écoule du serpentin par l'éprouvette est toujours plus riche qu'il ne devrait l'être d'après les tables de Gröning et de M. Sorel.

Plus le liquide introduit sera froid, plus l'alcool à l'éprouvette sera fort en degré; il y a donc une relation entre la température à l'entrée, le degré alcoolique au bas de la colonne et le degré à l'éprouvette. M. Sorel a fait quelques déterminations. Nous en reproduisons quelques-unes dans le tableau suivant :

Température du liquide introduit	Alcool à 3°8 G.-L.		Alcool à 8°8 G.-L.		Alcool à 12°4 G.-L.	
	Degré d'alcool sur premier plateau	Degré d'alcool de l'éprouvette	Degré d'alcool sur premier plateau	Degré d'alcool de l'éprouvette	Degré d'alcool sur premier plateau	Degré d'alcool de l'éprouvette
50	9,40	49,50	15,00	61,50	17,4	66,70
60	7,60	44,40	13,35	58,50	14,0	64,30
70	6,20	40,00	12,55	56,90	12,8	62,70
80	5,40	37,18	11,12	53,75	11,3	59,50

Digitized by Google

Comme le rayonnement des parois a une grande influence, les chiffres peuvent être un peu modifiés, surtout pour un appareil peu puissant; la surface rayonnante étant plus importante vis-à-vis de la quantité d'alcool produit, plus la quantité d'alcool produit décroît, plus le degré de l'alcool croît.

Il en résulte que, dans une colonne en bonne marche, le degré de l'alcool à l'éprouvette doit être constant. S'il baisse, c'est que l'alimentation est insuffisante, si l'admission de la vapeur est bien réglée.

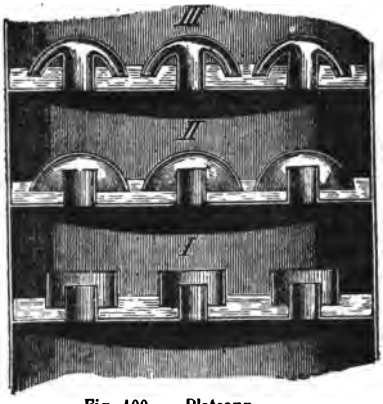


Fig. 100. — Plateaux.

Les plateaux (fig. 99) sont des cloisons horizontales divisant la colonne en plusieurs tronçons. Sur ces plateaux, un trop-plein forme une nappe de liquide que les vapeurs, forcées par une calotte renversée, traversent en barbotant, tandis que le liquide passe par le trop-plein dans le vase inférieur.

Il y a plusieurs systèmes de plateaux, dont les figures montrent suffisamment quelques dispositions.

Le modèle (fig. 100) représente encore un autre système. La vapeur d'alcool suit sur le même plateau le chemin indiqué par la flèche, de sorte que, sur un seul élément, elle parcourt un très long chemin avant de passer au plateau supérieur. Le liquide est rapidement épuisé, et un petit nombre de plateaux suffit pour épuiser le liquide, mais ce plateau nous paraît, à cause de sa complication, ne pouvoir être utilisé que pour l'épuisement des vins liquides.

Digitized by Google

La bonne marche de la colonne exige que la vapeur arrive avec une grande régularité. On obtient ce réglage au moyen des régulateurs de vapeur, dont le type est le régulateur Savalle (fig. 101).

Le compartiment inférieur est en communication avec le bas de la colonne, et le compartiment supérieur contient un flotteur

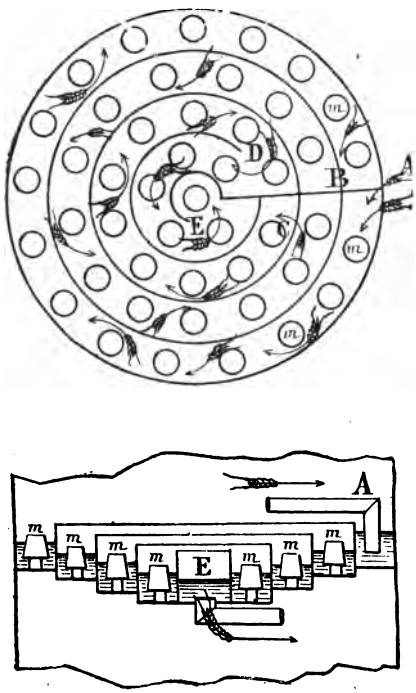


Fig. 101. — Plateaux Egrot.

actionnant une soupape conique équilibrée, de telle sorte qu'une très faible variation de pression dans la colonne fait monter ou descendre l'eau du vase inférieur dans le vase supérieur. Le flotteur agit, et, au moyen d'une combinaison de leviers pour ouvrir ou fermer plus ou moins le robinet d'admission de la

Digitized by Google

vapeur, on peut, en outre, par diverses combinaisons, modifier à volonté la pression de l'appareil, soit avant chaque opération, soit même en pleine marche (Régulateur Barbet).

Les vapeurs alcooliques, après avoir traversé tous les plateaux de la colonne, sortent par le haut, traversent un brise-mousse pour arrêter les liquides entraînés, puis arrivent dans le serpentin chauffe-vin où s'échauffe le vin avant d'entrer dans la

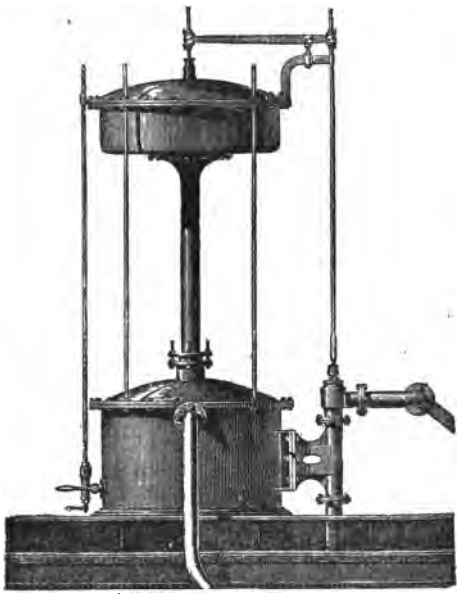


Fig. 102. — Régulateur de vapeur type Savalle.

colonne; enfin les vapeurs non condensés passent dans le réfrigérant entouré d'eau où s'achève la condensation.

De là l'alcool se rend dans l'éprouvette, modèle Savalle, disposée de façon à permettre à chaque instant d'essayer l'alcool, soit par l'alcoomètre, soit par la dégustation.

Les variations du niveau dans l'éprouvette permettent d'apprécier la rapidité de l'arrivée de l'alcool. Une graduation sur

Digitized by Google

le tube intérieur permet de se rendre compte de la valeur du coulage de l'alcool.

On donne le nom de *flegme* au liquide alcoolique qui coule à l'éprouvette, d'où il se rend aux réservoirs.

Dans les colonnes continues, comme celles que nous venons de décrire, qui marchent à bas degré, les flegmes marquent de 50 à 65° Gay-Lussac.

Les vinasses sortent par le bas de la colonne encore chaudes. On peut utiliser cette chaleur pour chauffer le liquide fermenté qui arrive pour entrer au chauffe-vin. Ces récupérateurs de chaleur, disposés en serpentins ou tubulaires, sont plus avantageux que le chauffe-vin.

CHAPITRE V.

DÉPENSE D'UNE COLONNE A BAS DEGRÉ.

La dépense de chaleur d'une colonne est facile à calculer (1).

Considérons un vin d'une richesse de 8°,5 Gay-Lussac, 6,8 en poids; négligeons l'influence du rayonnement, et nous admettrons que le chauffe-vin ou le récupérateur de chaleur a une surface suffisante, pour le jeu des transmissions de chaleur des vapeurs au vin.

Premier cas : Colonne à récupérateur chauffée par serpentin.— La vapeur qui se dégagera du plateau d'alimentation aura, d'après Gröning, 53°,4 Gay-Lussac, 45,4 en poids, à la température de 93°,6 produite par le vin. Le poids des flegmes, à ce degré, sera pour 1 hectolitre de vin :

$$6,8 \frac{100}{45,4} = 15 \text{ kilos.}$$

Le poids de l'hectolitre de ce vin est de 102 kilogrammes, au

(1) Nous suivrons dans ces calculs l'excellent *Manuel des distillateurs*, de M. Barbet.

Digitized by Google

lieu de 98 kg. 75, à cause des matières étrangères; le poids des vinasses sera donc :

$$102 - 15 = 87 \text{ kilos.}$$

La température du vin, avant la distillation, est 25° ; celle de la vinasse, à la sortie, est 102°.

Si le récupérateur est parfait, l'échange de température est complet.

Chaleur spécifique de la vinasse à	100°	1,0132
— — —	25°	1,0020
Moyenne		1,0076

La température de la vinasse passant de 102 à 25 = 77°, on aura pour 1 hectolitre de vin :

$$1{,}0076 \times 87 \times 77 = 6749{,}9 \quad \text{ou} \quad 6750.$$

en nombre rond.

Pour échauffer le vin de 25° à 93°,6 ou de 68°,6, la chaleur spécifique de 0° à 93°,6 est, d'après Mœrcker (tableau page 237) :

$$1{,}054 + 0{,}00195 \times \frac{93{,}6}{2} = 1{,}145$$

$$102 \times 1{,}145 \times 68{,}6 = 8011.$$

Le récupérateur de chaleur, fournissant seulement 6750 calories, ne pourra élever la température que de :

$$68{,}6 \times \frac{6750}{8011} = 57°{,}8$$

Ce qui donnera pour la température du liquide à l'entrée :

$$25 \times 57{,}8 = 82°{,}8$$

Il faudra donc fournir 1.261 calories pour le faire bouillir ; mais il faudra ajouter encore de la chaleur pour vaporiser les 15 kilogrammes d'alcool. La chaleur latente, pour ces kilogrammes de liquide à 8°,5 Gay-Lussac, est :

$$513 \times 15^k = 7695 \quad \text{(table de Mœrcker).}$$

Cette chaleur est perdue ; la colonne dépense donc :

$$1261 \times 7695 = 8956$$

Digitized by Google

et elle a récupéré 6.750 des vinasses; ce qui ferait en tout 15.706 calories; 6750 représente donc le bénéfice dû au récupérateur.

Si on rapporte la dépense à un hectolitre d'alcool à 100° Gay-Lussac, puisqu'on a dépensé 8.956 calories pour 8l,5 d'alcool à 100°, la dépense pour un hectolitre sera :

$$\frac{8956 \times 100}{8,5} = 105300$$

On peut évaluer aussi la dépense en kilogrammes de vapeur. La chaleur totale de la vapeur est de :

$$606.5 + 0,305 \times 159 = 655$$

à 159° de température.

La vinasse condensée à 102° emporte :

$$102 \times 1.0132 = 103,34$$

La chaleur utilisée par la vapeur est donc :

$$655 - 103,34 = 551,66$$

et la dépense par hectolitre de vin sera :

$$\frac{8956}{551,60} = 16^{k},27$$

et par hectolitre d'alcool :

$$\frac{105300}{551,660} = 191^{k},3$$

Deuxième cas : Colonne à récupérateur chauffée par barbotage. — Admettons 13 kilogrammes de vapeur comme dépense de barbotage pour un hectolitre ; ces 13 kilogrammes s'ajouteront aux 87 kilogrammes de vinasses, soit 100 kilogrammes qui renfermeront 7.700 calories.

Il faut 8.011 calories pour échauffer le vin ; l'augmentation de température du vin sera donc :

$$\frac{68,6 \times 7700}{8011} = 65,9$$

ce qui donnera une température de 90°,9. Il faudra fournir au vin 8.011 — 7.700 = 311, pour avoir l'ébullition.

Digitized by Google

La chaleur nécessaire au flegme sera, comme ci-dessus, 7.695, ce qui ferait 311 + 7 695 = 8.006.

Comme dépense totale, la récupération étant de 7.700, cela ferait donc une dépense totale de 15.705 calories, s'il n'y avait ni chauffe-vin ni récupérateur, comme précédemment.

Par hectolitre d'alcool à 100° on aurait pour la dépense :

$$\frac{8006 \times 100}{8,5} = 94\,190 \text{ calories.}$$

La dépense en vapeur se déterminera de même.

Chaque kilogramme de vapeur apporte 655 calories et sort du récupérateur à 25° ; par conséquent, avec 25 calories, on profite donc de 630 calories.

La dépense par hectolitre de vin sera :

$$\frac{8.006}{630} = 12^{k},7$$

de vapeur au lieu de 13, que nous avons supposés.

Par hectolitre d'alcooi, la dépense sera :

$$\frac{94.170}{630} = 149^{k},3.$$

Il faut remarquer que, dans le cas du barbotage, la vapeur consommée est perdue, tandis que, dans le cas d'un serpentin, elle sort à 100° et peut servir à alimenter les chaudières à vapeur.

Troisième cas : Colonne à bas degré et chauffe-vin. — La vapeur fournie à la colonne sort à 102°, soit du serpentin, soit dans les vinasses ; elle n'a donc aucune influence sur la somme des calories fournie à la colonne.

Supposons que le chauffe-vin refroidisse les flegmes à 25° ; il faudra, pour échauffer le vin, 8.011 calories. Nous aurons pour cela la condensation de la vapeur qui fournira :

$$513 \times 15 = 7695 \text{ calories,}$$

le refroidissement des flegmes dans le chauffe-vin de 93°,6 à 25°, soit 68°,6, soit :

$$1096 \times 15 \times 68,6 = 1127,6,$$

ce qui fera en tout 8.822,8 calories ; il n'en faut que 8.011.

Digitized by Google

Si la colonne n'avait ni chauffe-vin ni récupérateur, elle dé penserait :

$$7.695 + 8.011 = 15.706$$

comme précédemment.

La dépense de calories par hectolitre d'alcool sera	90.530 calories
La dépense de vapeur — — —	164 kilos 3
— — par hectolitre de vin	13 — 96

Tous les cas que nous venons d'envisager sont relatifs aux colonnes à bas degrés.

Il existe des types de colonne qui fournissent des flegmes à haut degré, environ 92° Gay-Lussac.

Ces colonnes ont surtout pour but d'obtenir des flegmes concentrés commodes et économiques pour les transports. Elles se sont surtout développées en Allemagne où, la distillerie agricole, ne faisant pas la rectification, est obligée d'expédier ses flegmes aux rectificateurs.

Les principes des appareils à fort degré sont analogues à ceux de la rectification. Nous y reviendrons plus tard.

DEUXIÈME PARTIE.

DISTIILLATON DES LIQUIDES FERMENTÉS.

CHAPITRE PREMIER.

DISTILLATION DES LIQUIDES POUR BOISSONS.

Article 1er. — Généralités.

C'est une branche très importante de la distillerie et une des plus anciennes, ce qui est tout naturel, puisque ces produits se préparent sans rectification ; les distillations successives n'ont pour but que de concentrer légèrement la liqueur.

Digitized by Google

Nous n'étudierons pas ces procédés en détail ; nous renverrons pour le plus grand nombre aux ouvrages spéciaux consacrés à quelques-uns d'entre eux.

Il y en a un grand nombre qu'on peut grouper d'après la nature de la matière fermentescible.

Nous résumons dans un tableau, d'après divers auteurs, les produits employés dans divers pays :

Matières distillées.	Nom de la liqueur.	Pays.
Vins de raisin . . .	Eau-de-vie de Cognac.	Charente.
— . . .	— d'Armagnac	—
— . . .	— du Midi . .	Départ^ts du Midi.
— . . .	— d'Algérie et Tunisie . .	Colonies françaises.
— . . .	— des contrées méridionales	Grèce, Italie, Espagne
Marcs de vin . . .	Eau-de-vie de marc .	Bourgogne et Midi.
Marcs de vin et aromates	Rachia de Tescovina.	Roumanie.
—	Cornovitza	Serbie.
Marcs de vin et graminées.	Troster	Bords du Rhin.
Lies de vin	Eau-de-vie de lies. .	Divers dép^ts français.
—	Rachia de Drojde. .	Roumanie.
Lies de vin avec fruits.	Sekis-Kayavodka . .	Scio.
Prunes écrasées avec les noyaux . . .	Quetsch	Lorraine, Alsace.
—	Zwetschen Wasser .	Allemagne, Autriche.
—	Slivovitza.	Hongrie.
—	Schlibovitza	Serbie.
—	Tznica	Roumanie . . . .
Prunes avec pêches et abricots	Marasquin	Dalmatie . . . . .
Pommes	Eau-de-vie de cidre ou calvados . . .	Calvados, Normandie, Bretagne, Picardie.
—	Apple-brandy . . .	Etats-Unis.
Poires	Eau-de-vie de poiré .	Bretagne, Normandie.
Cerises (fruits écrasés)	Kirsch	Est de la France, Allemagne, Suisse.
— —	Marasquino	Dalmatie.
Dattes	Raki	Egypte.
Mangues	Eau-de-vie de mangues	Congo, Gabon.
Raisins secs. . . .	Eau-de-vie	Perse.
Dattes	—	Shiras (Perse).
Bananes et graines inconnues. . . .	Mahnari	Mozambique.

Digitized by Google

Matières distillées.	Nom de la liqueur.	Pays.
Maïs, seigle, blé . .	Alcool de moûts de grains	France, Allemagne, Russie, Suède, Norwège.
Maïs, seigle, blé avec graines de cumin.	Kummel	Russie.
Orge	Alcool de moût (wisky)	Ecosse, Irlande, Angleterre, Etats-Unis
Orge	Alcool de moût avec seigle, avoine, baie de genièvre. gin . .	Angleterre.
	genièvre.	Etats-Unis.
	schiedam	Pays-Bas.
Riz	Alcool de moût (arrack)	Indo-Chine, Indoustan
—	— (samchou)	Chine.
—	Vin de riz (saké) . .	Japon.
Pommes de terre . .	Alcool de moût (eau-de-vie de pommes de terre	Allemagne.
Eau-de-vie de fruits et d'orge	Holerca	Transylvanie.
Riz	Eau-de-vie Watky .	Kamtschatka.
—	Lou, Samshu, Kney .	Siam, Chine, Japon.
Orge et millet . . .	Eau-de-vie arak . .	Turkestan.
— fruits . . .	— — . .	—
Riz bouilli fermenté, lie du mandurin .	Show choo	Chine.
Betteraves	Alcool de betteraves (suc fermenté) . .	Nord de la France.
Betteraves	Alcool de mélasse. .	Nord de la France.
Topinambours . . .	Alcool de suc fermenté	France.
Racine de garance. .	— —	Sud-Est France.
Gentiane	— — (eau-de-vie de gentiane)	Suisse, Jura, Sud-Est France.
Racine d'ava (piper methysticum) . .	Cava	Polynésie.
Canne à sucre . . .	Aguardiente (suc fermenté)	Amérique du Sud.
— . . .	Rack-arach, suc fermenté avec aromate	Indoustan.
— . . .	Mélasses et écumes (rhum)	Amérique du Sud et Iles.
— . . .	Mélasses et bagasses (tafia)	— —
Feuilles de canne à sucre et sucre brut (Piloncillo)	Eau-de-vie de Zacatlan	Mexique, État de Morellos.
Feuilles d'agaves . .	Eau-de-vie de pulque ou vin de Mescal: Mescal . .	Mexique diverses provinces.
Agua miel (suc) . .	Tequila . .	
Pulque (suc fermenté)	Chorrera . .	
	Campanilla	

Digitized by Google

Matières distillées.	Nom de la liqueur.	Pays.
Palmiers (sève fermentée avec écorce d'acacia.	Arrack.	
Palmiers avec fleurs.	Arrack-mehwah . .	Indes.
— —	Arrack-tuba. . . .	Philippines.
Cacaoyer (sève fermentée)	Arack	Amérique du Sud.
Palmiers (sève fermentée)	Araki-Rouk	Egypte.
Sorgho.	Kao-lyang	Chine.
Erable à sucre (sève fermentée) . . .	Rum	Amérique du Nord.
Sève de cocotier fermentée	Kallou-ou-Toddy . .	
Lait de jument fermenté	Araka, arza, arki, ariki	Tartarie, Kalmouks.
Petit lait fermenté. .	Blaud	Iles Orcades Shetland.
Herbe inconnue . .	Statkaiatrava . . .	Kamtschatka.

CHAPITRE II.

EAUX-DE-VIE DE VIN.

La matière première des eaux-de-vie de vin est le raisin. On doit le choisir à maturité complète. La fermentation est alors meilleure.

Jusqu'à présent, on n'additionne pas les raisins de levure pour les faire fermenter; ils fermentent avec la levure qui se trouve à la surface des grains, dans la terre, au pied des ceps, ou dans les celliers où la fermentation a lieu.

Or, les grains non mûrs contiennent une plus grande quantité de levure apiculée. De plus, la quantité de sucre est moins grande, et les principes pectiques, en bien plus grande abondance, favorisent les fermentations secondaires; ils ne doivent pas non plus être trop mûrs pour éviter les moisissures.

Les raisins doivent être fermentés à part des râfles; l'eau-de-vie est plus moelleuse; les vins blancs sont préférés aux rouges. Les râfles, les marcs donnent plus d'astringence et des huiles essentielles à odeur désagréable.

Digitized by Google

La fermentation devra avoir lieu autant que possible à 20° environ, à l'abri des râfles, ce qui retarde un peu la fermentation. Il sera bon d'employer, ce qui est possible aujourd'hui, les levures pures de vin se trouvant dans le commerce, comme nous l'avons dit. La fermentation sera ainsi plus rapide, et les ferments secondaires, les ferments de maladies moins à craindre. On peut aussi préparer un levain quelques jours avant avec des farines saccharifiées par le malt et additionnées de quelques belles grappes choisies. La levure se développera et sera en pleine fermentation quand il sera temps. L'acidité devra être de 1,5 en acide sulfurique par litre.

Le vin ne contient pas plus de 15 pour 100 d'alcool. La fermentation s'arrête à ce degré. Si le vin est trop sucré, il faut étendre le moût d'eau de façon à ce qu'il ne donne pas plus de 14 à 15 pour 100 d'alcool, qui correspond au chiffre de sucre des fermentations industrielles en moûts concentrés, 22 à 23 pour 100 de glucose.

Le vin ne fermente pas complètement d'un seul coup; il y a, comme dans l'industrie, une fermentation principale, suivie d'une fermentation complémentaire dus à ce que les levures sont multiples à la surface du raisin. Quand la fermentation principale est terminée, on soutire dans des tonneaux pour séparer le vin des lies. Pendant l'hiver, la fermentation continue très lentement à cause du froid; mais, au printemps, la température s'élève et la fermentation repart plus active; elle s'arrête quand il n'y a plus de sucre. On soutire de nouveau pour séparer les lies et les ferments nuisibles qui, la levure ne travaillant plus, commenceraient leur œuvre de destruction à la faveur de l'air rentrant dans les tonneaux.

On colle, et on soutire plusieurs fois pour séparer aussi complètement que possible les lies et les ferments.

Ensuite, la fermentation terminée est remplacée par l'action de l'oxygène sur les glucosides, les terpènes, les matières colorantes. Les acides continueront à donner des éthers; aussi il ne faut pas distiller tout de suite; il faut laisser toutes les réactions s'achever afin de profiter de tous les éléments aromatiques. Lorsque les vins ne sont pas très riches en alcool, on distille de suite une partie de la récolte pour alcooliser le reste, afin d'éviter les maladies. Cependant il ne faut pas attendre qu'un vin soit vieux, il communiquerait son parfum spécial à l'eau-de-vie, ce qui ne serait pas toujours bon. Il faut

Digitized by Google

toutefois que la fermentation soit complète, au moins un mois après la mise en tonneau, plus même si on le peut.

Tous les vins ne sont pas propres à la distillation. Il ne faudrait pas croire que les bons crus donneront infailliblement de bonnes eaux-de-vie; elles pourraient être inférieures à celles provenant de vins impropres à la consommation. Leur bouquet serait trop accentué, trop fort, et elles seraient beaucoup inférieures à celles des vins ordinaires de la Charente.

Les vins à arome musqué communiqueraient ce parfum à l'eau-de-vie, comme celles de Grèce qui sont bien moins appréciées que les nôtres.

Les vins destinés à la distillation sont connus sous le nom de *vins de chaudière.*

Les vins altérés, malades, peuvent quelquefois être distillés avec certaines précautions. Les vins verts doivent être neutralisés par la craie avant d'être distillés, afin d'éviter l'attaque du cuivre qui donnerait à l'eau-de-vie le *goût de cuivre.* Il ne faut pourtant pas que le vin soit alcalin, car les bases ammoniacales attaqueraient le cuivre encore mieux que les acides. Pour les maladies des vins dues à des ferments, telles que l'acescence, l'amertume, la tourne, la graisse, etc.; mais ces maladies ne se déclarent qu'après un long temps. La distillation doit être faite depuis longtemps.

Les vins aigres, piqués, peuvent être utilisés, mais il faut neutraliser l'acide acétique par la craie auparavant. On n'obtiendra pas des eaux-de-vie fines, mais elles peuvent être bues.

En général, le vin doit être séparé de la lie avant d'être distillé, mais il n'est pas nécessaire qu'il soit parfaitement clair.

Procédé Charentais — Dans la Charente, on se sert le plus souvent de l'appareil simple un peu perfectionné au point de vue de la commodité du travail; mais, en somme, c'est toujours l'alambic simple avec tout au plus un chauffe-vin (1).

Dans les appareils modernes, on a adopté quelques perfectionnements. Citons l'appareil charentais de Deroy à deux chaudières et chauffe-vin (fig. 103).

La cucurbite est généralement chauffée au charbon de bois ou au bois. Quelques appareils sont cependant chauffés à la

(1) Voyez Baudoin, *Les Eaux-de-vie et la fabrication du Cognac.* Paris, 1896, 1 vol. in-16 avec fig. (*Bibl. des connaissances utiles.*)

Digitized by Google

vapeur; d'autres sont montés sur chariot : la curcubite peut basculer pour faciliter la vidange (fig. 104). Le feu est d'abord

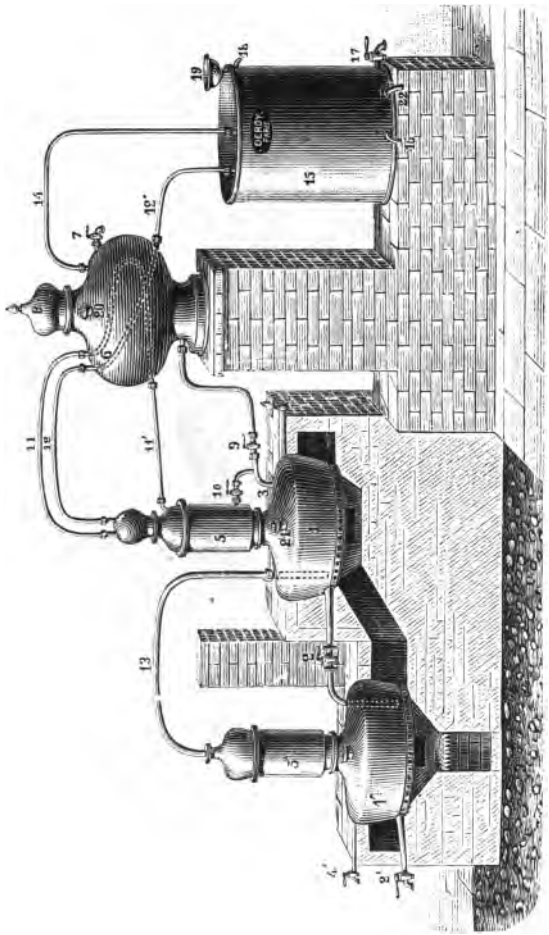


Fig. 103. — Appareil Charentais à deux chaudières et chauffe-vin donnant de l'eau-de-vie de premier jet (Deroy, fils aîné).

mené vivement, et, quand les vapeurs ont atteint le sommet du col de cygne et que le distillateur ne peut plus y tenir la main,

Digitized by Google

il faut baisser un peu le feu ; la distillation commence aussitôt et continue régulièrement. Le chauffage doit être très régulier, ce qui se voit à l'éprouvette où l'écoulement doit être constant.

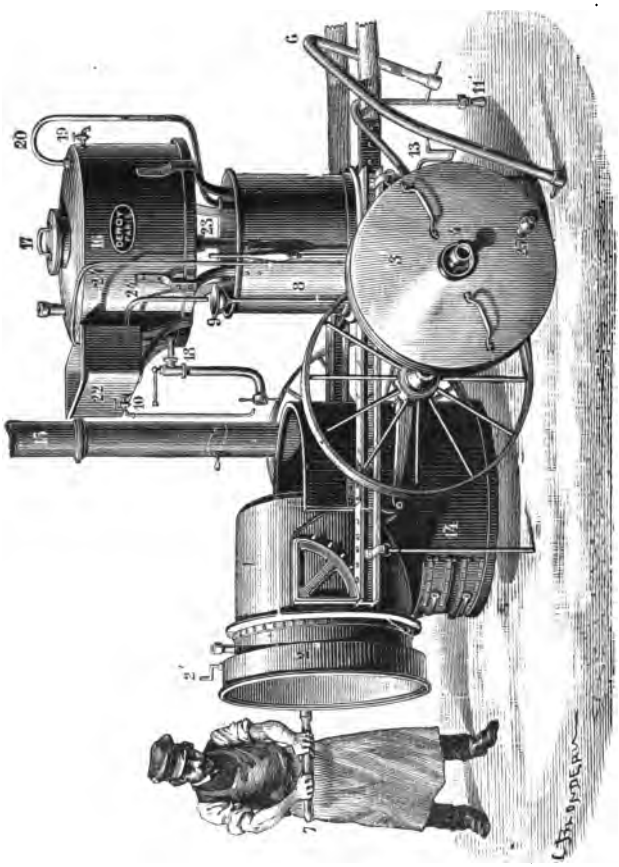


Fig. 104. — Nouvel alambic brûleur basculaire avec chauffe-vin (Deroy).

A la fin, on force un peu le feu pour activer la distillation; car dans cette distillation, on recueille tout l'alcool sans fractionnement. On donne le nom de *brouillis* au produit obtenu.

Digitized by Google

On couvre le feu, on vide la chaudière et on y fait couler le vin du chauffe-vin qu'on remplit de vin neuf, puis on recommence.

Fig. 105. — Alambic Deroy à triple chauffe avec chapiteaux rectificateurs lenticulaires.

Quand on a fait trois chauffes, on a obtenu assez de brouillis pour faire une *repasse*. C'est une rectification.

Les premières portions de la distillation qui lavent les tuyaux

Digitized by Google

et entraînent les eaux restées de la fin de la dernière opération sont faibles en degrés. On met de côté ces quelques litres qui contiennent les têtes les plus volatiles; on les ajoutera à la distillation suivante. La distillation devient laiteuse, puis claire; elle marque 75° à 80° et même plus. Quand on commence à sentir l'odeur de queues, c'est-à-dire que l'alcool marque 45° à 50°, on

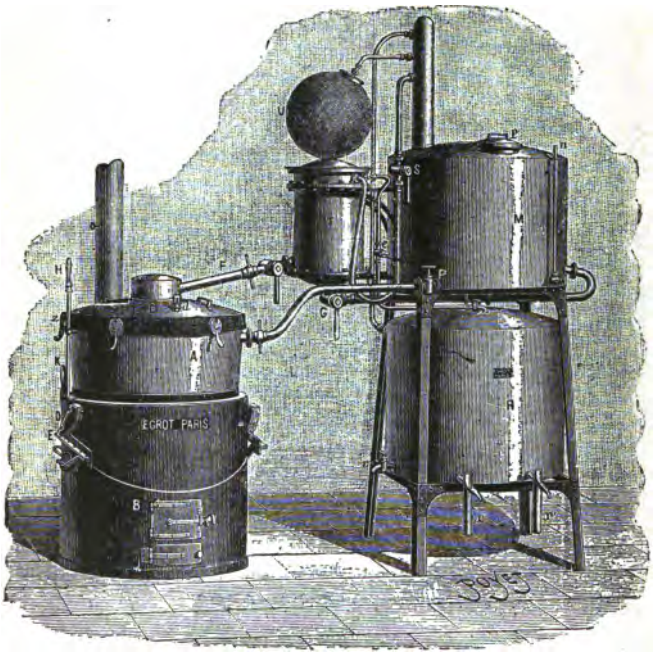


Fig. 106. — Alambic multiplex à feu nu (Egrot).

recueille les queues à part jusqu'à 0. Les têtes et les queues sont ajoutées au *brouillis* suivant.

Procédé de premier jet. — Le procédé nouveau, dit de premier jet, permet d'obtenir d'un seul coup de l'eau-de-vie bonne. Dans l'appareil Savalle, l'alcool distillé de la cucurbite est condensé par le chauffe-vin et tombe dans une colonne tu-

Digitized by Google

bulaire au-dessus de la cucurbite; alors l'eau-de-vie se distille et se condense dans le serpentin. Dans l'alambic Deroy (fig. 104), les vapeurs se déphlegment sur les parois du chapiteau

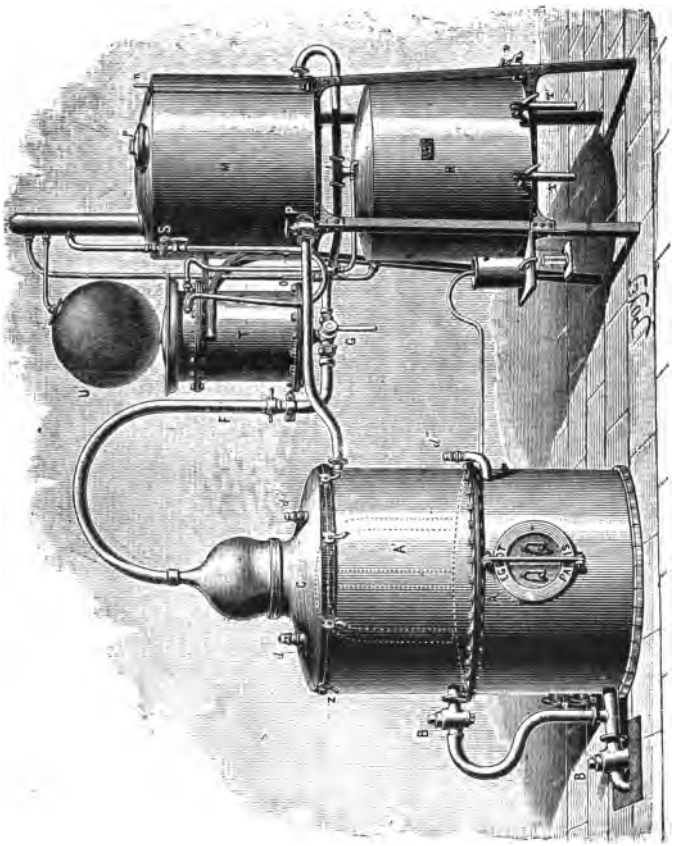


Fig. 107. — Alambic multiplex à vapeur à double chaudière (Egrot).

refroidies par un courant d'eau, puis dans une lentille refroidie également, et enfin distillent et se condensent.

Signalons encore les alambics multiplex d'Egrot à double chau-

Digitized by Google

dière (fig. 106 et 107) qui permettent de distiller à volonté par distillation simple ou de premier jet, et même des alcools à 90°. Ils peuvent distiller aussi des lies et des marcs.

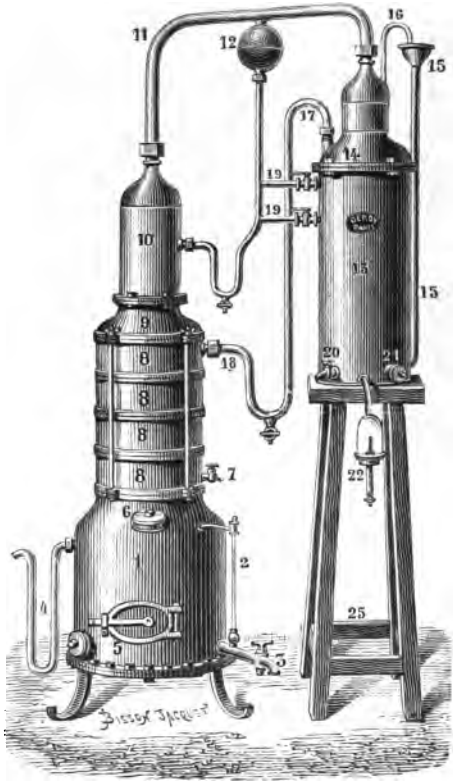


Fig. 108. — Appareil à distillation continue à foyer intérieur de Deroy.

Distillation continue. — Les appareils continus brillaient par leur économie, mais le fonctionnement était généralement impossible. De nouveaux perfectionnements permettent de considérer comme résolue la question de l'emploi des appareils conti-

Digitized by Google

nus. L'appareil Deroy (fig. 108) est à 4 chaudières ; le vin arrive continuellement et passe successivement dans 4 chaudières à chapiteaux et lentilles refroidis. De chacune des chaudières, les vapeurs se rendent dans 4 serpentins séparés, dans le chauffe-

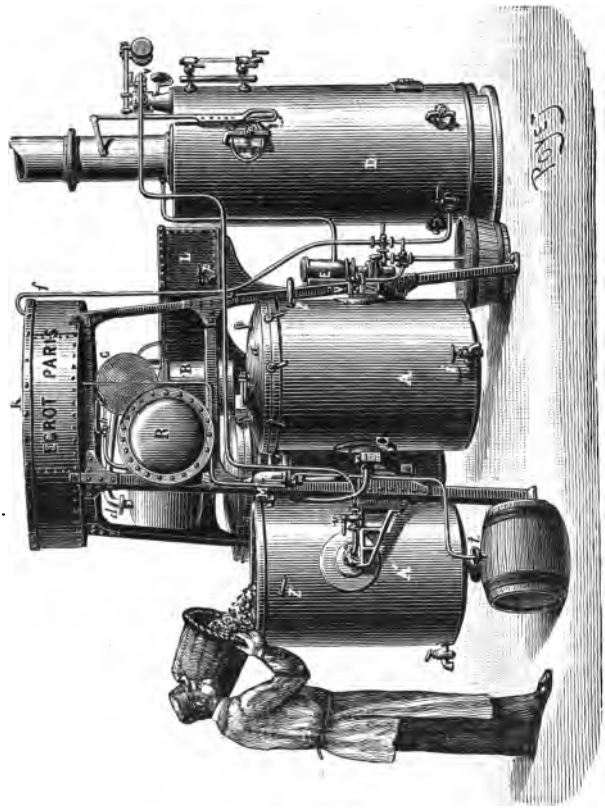


Fig. 109. — Appareil à vases basculants pour la distillation en grand des marcs par la vapeur (Système Egrot).

vin, puis dans le réfrigérant. Les produits de têtes, les bons goûts, les mauvais goûts de queues et les petites eaux coulent continuellement par des éprouvettes différentes. Les petites eaux sont parfois très parfumées et sont mises de côté pour servir à des coupages, ou bien repassées.

Digitized by Google

M. Barbet a également construit un appareil continu fondé sur le principe de la pasteurisation que nous étudierons plus loin. Il prélève, dans le haut de la colonne, de l'alcool pasteurisé qui descend dans un réservoir inférieur où il est vaporisé par un barbotage d'eaux parfumées prises dans le bas de la colonne. Les vapeurs mélangées passent au réfrigérant, et de là à l'éprouvette qui donne de l'eau-de-vie privée de furfurol et d'éthers.

Eaux-de-vie de marcs. — Les marcs contiennent encore des matières sucrées. On les fait fermenter avec de l'eau tiède, puis on soutire, on ajoute encore de l'eau tiède, et on presse après douze heures. On distille au deuxième jet. On peut aussi les épuiser par diffusion méthodique. On obtient surtout des queues qui sont repassées, mais peu de bonne eau-de-vie. Le liquide sucré est très faible à cause de la grande quantité d'eau qu'il faut pour les épuisements. On peut également, avec les marcs additionnés de sucre et d'eau, faire une nouvelle fermentation : c'est ce qu'on nomme les piquettes ou vins de deuxième cuvée. On obtient par distillation un bon résultat, surtout en faisant fermenter avec des levures sélectionnées.

On peut également, et c'est le procédé le plus employé, utiliser les marcs en nature. On les introduit dans la chaudière avec de l'eau et on distille. Il y a souvent des coups de feu qui donnent une odeur empyreumatique très désagréable. On l'évite en plaçant le marc dans un panier métallique qui empêche le contact avec les parois.

Dans l'alambic Egrot (fig. 109), la rectification s'opère au moyen d'un déphlegmateur sphérique à double enveloppe refroidie par un courant d'eau intérieur et extérieur.

Traitement de lies. — Les lies sont distillées comme les marcs, mais l'eau-de-vie obtenue est moins fine, quoique encore appréciée des amateurs. Le résidu est filtré chaud sur un tamis de crin; le liquide dépose par refroidissement des cristaux de tartre, et le liquide est ensuite réuni aux vinasses.

Quelquefois on distille les lies avec de l'alcool; on obtient ainsi une eau-de-vie riche en éther œnanthique.

Traitement des vinasses. — Les vinasses sont souvent distillées avec des alcools et donne encore des eaux-de-vie de *deuxième qualité.*

Digitized by Google

Eaux-de-vie de vins alcoolisés. — Quand on veut produire une plus grande quantité, on alcoolise les vins avec des alcools d'industrie *neutres*, puis au bout de quelques jours on distille.

Soins à donner aux eaux-de-vie. — On les enferme dans des tonneaux en chêne de 5 à 6 hectolitres, où on les laisse vieillir. Le fût doit être étuvé à la vapeur légèrement comprimée qui lave le bois et serre les douves, ou à l'eau bouillante, quatre ou cinq fois, puis avec de l'eau froide, et ensuite on les *avine* avec des petites eaux. On le laisse remplir au 1/4 avec les petites eaux, et, au bout de quelques mois, il peut être employé pour des eaux-de-vie ordinaires, puis au bout de quelques années pour des eaux-de-vie fines. Il faut toujours laisser un vide de quelques litres dans les fûts pour la dilatation. Pendant le vieillissement, l'eau-de-vie perd de l'alcool et s'affaiblit : 5 hectolitres à 70° au bout de vingt-cinq ans se sont réduits à 3 hectolitres à 50°; mais le prix est triplé en dix à quinze ans. Quand l'eau-de-vie a ce degré, il faut ou l'employer ou la mettre en bouteilles ; elle perdrait et deviendrait trop faible. On peut les vieillir artificiellement : on commence d'abord par les amener à 45° avec des petites eaux alcoolisées à 20° conservées dans des fûts, ou bien avec des *eaux d'avinage* des fûts neufs ou des *eaux boisées*, c'est-à-dire mises à macérer un an avec bois lavés et dégorgés à l'eau chaude, puis à l'eau froide. Ces eaux-de-vie doivent être édulcorées avec du sirop de glucose ou du sucre : 1 l. 5 par hectolitre d'eau-de-vie à 50°. On colore avec du caramel non brûlé, on y ajoute encore une foule d'autres substances plus ou moins pharmaceutiques. Il est bien évident qu'on n'obtient toujours ainsi qu'un vieillissement apparent.

On leur fait aussi subir l'opération du *tranchage* qui consiste à les chauffer à la vapeur à 70° et à les laisser refroidir lentement. On a essayé l'oxydation par l'ozone. M. Raoul Pictet améliore les eaux-de-vie par la congélation.

D'autres, au contraire, les chauffent à 60°-70° en vase clos, en refroidissant brusquement et agitant en même temps. L'électricité a été aussi employée sans succès. Signalons enfin les produits artificiels connus sous le nom d'éther œnanthique, essence de cognac, etc Ces produits, non seulement sont une fraude, mais encore sont éminemment toxiques.

Nouvelle fabrication. — A la suite de l'invasion du phylloxéra,

Digitized by Google

l'industrie a été obligée de faire usage d'alcool d'industrie pour suppléer à l'insuffisance de production des vins, soit en distillant les vins considérablement remontés avec l'alcool de grains neutres, soit en distillant les lies macérées avec de l'alcool d'industrie pendant deux mois, ou tout simplement en coupant les eaux-de-vie avec de l'alcool. Ces nouvelles eaux-de-vie, qui sont loin de valoir les eaux-de-vie anciennes comme bouquets et parfums, ont été bien accueillis par le commerce et tenden à supplanter les vraies eaux-de-vie. Elles sont, du reste, moins dangereuses, étant moins chargées de matières étrangères.

Article 3. — Eaux-de-vie de fruits.

Les fruits analogues au raisin se traitent de la même manière; mais on ne laisse pas vieillir le vin, on le distille aussitôt.

Pour les fruits à pépins, pommes, poires, il faut les réduire en pulpe, les presser pour extraire le jus; on peut ensuite traiter le marc par diffusion. Il faut opérer dans des vases en bois, car le fer, à cause des produits tanniques, fait noircir le cidre. Il est bon, avant de les vendre, de les conserver huit à dix mois en fûts de chêne comme les eaux-de-vie de vin.

Les lies donnent également une eau-de-vie.

Pour les fruits à noyaux, il faut les distiller avec les noyaux, car ils donnent un parfum spécial à la liqueur. Il est bon d'en briser une partie, mais pas un trop grand nombre, car l'odeur serait trop forte et arrêterait la fermentation. Il faut enlever les queues avant la fermentation; elles donnent, comme les râfles du raisin, un mauvais goût.

Les eaux-de-vie de fruits à noyaux doivent être blanches; il faut donc les conserver dans des bonbonnes en verre, les fûts les coloreraient.

Article 4. — Eaux-de-vie de canne à sucre.

On retire des mélasses deux liqueurs : le rhum et le tafia. Autrefois le rhum se retirait directement de la fermentation des cannes violettes et le tafia de celle des mélasses. Aujourd'hui rhum et tafia se retirent tous deux de la mélasse. Le *rhum* est le produit travaillé avec soin et vieilli, et le *tafia* est le produit qui a moins de parfum et de qualité.

Digitized by Google

Les mélasses de cannes se mettent en fermentation comme nous l'avons dit.

Le rhum est obtenu blanc; on le colore avec du caramel exclusivement. Suivant d'autres auteurs, on emploie, pour cet effet, divers mélanges dans lesquels entrent des rognures de cuir, de bois de chêne, de la girofle, du goudron, etc.

Article 5. — Eaux-de-vie de grains. Genièvre ou Gin. Wisky.

Ces eaux-de-vie, surtout la dernière, sont à peu près inconnues en France, heureusement.

Ce ne sont que des flegmes de grains non rectifiés ou peu rectifiés, distillés avec des baies de genièvre; ou bien on fait arriver les vapeurs d'alcool dans une boîte où se trouvent les baies de genièvre. Les baies de genièvre (1 kilogramme par hectolitre), ainsi traitées, sont mises à macérer avec le flegme à 40° et redistillées dans un alambic simple. Les derniers produits de la distillation sont coulés dans le bac pour lui donner plus de bouquet. Le titre est de 49° environ pour le genièvre. Les genièvres de Hollande de Schiedam sont obtenus par la fermentation du seigle et du blé moulus cuits avec un peu d'acide et saccharifiés avec beaucoup de malt d'orge; on fait fermenter avec de la levure et du houblon.

Le malt doit être fortement germé. La plumule peut avoir jusqu'à deux fois la longueur du grain; on touraille de façon à caraméliser la surface du grain. La diastase est en grande partie détruite.

En Suède et en Norvège, on prépare un genièvre en faisant macérer les baies dans l'alcool à 50° ou 55°; l'alcool obtenu a un goût âcre très désagréable.

Dans le nord de la France et en Belgique, on emploie l'eau-de-vie de seigle et d'orge ou de pommes de terre et d'orge. Plus il sent le grain ou la pomme de terre, plus il est apprécié des consommateurs.

Le *wisky* ne contient pas de genièvre; on l'obtient avec du malt pur ou additionné de grains, blé ou avoine. Le goût varie, mais le parfum dominant est un goût de fumée qui vient du malt touraillé avec des combustibles fumeux, la tourbe notamment, en Écosse.

Digitized by Google

Toutes ces eaux-de-vie doivent être vieillies pour être appréciées des consommateurs, les parfums des éthers se fondent avec le goût de fumée, et l'odeur de grains domine.

Voici quelques renseignements sur la fermentation des grains pour la préparation de ces deux liqueurs :

La première qualité se fait avec de l'orge germée, ce qui fait qu'elle coûte très chère.

Le gin commun se fait avec du malt et des grains non germés, orge, blé, avoine. D'après M. Lacambre, on emploie les proportions suivantes :

Malt très pâle	30 parties
Orges crues	38 —
Avoine	17 —
Seigle	15 —
	100 parties

On diminue encore quelquefois le malt.

La fermentation se fait en moûts clairs. On fait le wisky avec n'importe quels grains mêlés ou séparés. Certains consommateurs ont des préférences pour le wisky de maïs ou celui des autres céréales.

On distingue deux espèces de wisky : le wisky d'alambic et celui de rectification. Les wisky d'alambic sont rectifiés une, deux ou trois fois. Ceux du Highland sont recueillis à 15° *over proof*, et ceux de Lowland à 45° à 60° *over proof*. On les étend à 11°. Le wisky de rectification se prépare au moyen de l'appareil Coffey; ils contiennent beaucoup moins d'impuretés et surtout de furfurol.

Article 6. — Eaux-de-vie diverses : Agavés, Pulque, Mescal, etc.

Nous avons parlé (1) des boissons fermentées préparées avec le lait, des boissons préparées dans les contrées chinoises ou japonaises avec le riz. Nous n'y reviendrons pas; nous possédons sur ces boissons fort peu de renseignements.

Agavé. — Nous insisterons davantage sur les boissons mexicaines préparées avec le suc de l'agavé, sur lesquelles nous avons pu avoir des renseignements grâce à l'obligeance de

(1) Guichard, *Traité de distillerie*, t. II.

Digitized by Google

notre compatriote M. Delafond, distillateur à Mexico, auquel nous adressons nos vifs remerciements.

Ces liqueurs sont extraites du suc de certaines plantes de la famille des Amaryllidées, nommées *Agaves*.

Il en existe un très grand nombre de variétés au Mexique (60), employées les unes à la fabrication de fibres textiles (8), 38 pour la fabrication de la boisson nommée *Pulque*, et 16 pour la fabrication des alcools nommés *Mescal* et *Tequila*. Ces plantes sont une fortune pour le pays.

Les Agaves à textiles sont exportées aux États-Unis. Nous ne nous en occuperons pas.

Les variétés employées pour la distillerie sont : l'*Agave salimana* ou *Agave patatarum salimana*, nommé au Mexique *Maguey manso*; l'*Agave americana* ou *Henequen*; l'*Agave lutea* ou *Maguey meco*.

La plante se propage par rejetons qui poussent au pied de la plante. Quand elle est âgée de cinq ou six ans, on l'arrache, on coupe les racines et on la laisse plusieurs mois au soleil. Il ne faut pas la transplanter pendant la saison des pluies, elle pourrirait. Quand elle a atteint l'âge de douze à quatorze ans, époque à laquelle se ferait la floraison, on coupe les feuilles centrales jusqu'à la partie charnue pour empêcher la floraison; la partie supérieure de la plante forme alors une sorte de cône creux.

Trois ou quatre mois après, un homme passe deux fois par jour pour récolter le jus par aspiration, au moyen d'un petit tuyau ouvert aux deux bouts, nommé *ajocote*. Puis il râcle avec un instrument nommé *raspador* les parois du cône pour faciliter l'écoulement du suc.

Un pied produit pendant cinq à six mois une moyenne de 4 litres de suc par jour. Ce suc se nomme *aguamiel*.

Lenoble a trouvé dans les feuilles de l'*Agave americana* une huile volatile, une gomme résine, de la chlorophylle, de la cellulose, du malate acide de chaux, etc.; les autres ont, sans doute, la même composition.

L'aguamiel est un liquide d'un blanc jaunâtre, mucilagineux, spumeux, d'une saveur aigre douce; sa densité variable est comprise entre 1,025 et 1,046. Elle a été analysée par Rio de la Loza, chimiste mexicain, et par Boussingault.

Digitized by Google

Glucose, lévulose	2,645
Sucre	6,171
Acide malique	0,353
Gomme	0,545
Albumine	0,006
Ammoniaque	0,621
Eau et sels	8,646

BOUSSINGAULT.

Sucre	9,552
Gomme et albumine soluble, potasse, chaux, soude	0,540
Magnésie, alumine, chlore, acide sulfurique, phosphorique silicique	0,726
Eaux, matières résineuses et albumineuses, gaz et pertes	89,181
	100,000

RIO DE LA LOZA.

Pulque. — *Neutle mesc* (*Vinum Agaves*). — Liquide produit par la fermentation de l'aguamiel.

Il a l'aspect du lait, une odeur *sui generis*, une saveur douce et agréable. Sa densité, suivant Rio de la Loza, est de 1,102 pour le pulque de Tinacal, de 1,002 pour le même décanté, de 0,997 pour le même filtré et de 0,9943 quand il est frais.

Il agit encore un peu sur le polarimètre ; il a une réaction acide qui augmente de plus en plus. Il s'éclaircit quand on le chauffe et forme un *coagulum* qui entraîne les matières en suspension.

L'analyse a été faite également pour Rio de la Loza.

Substances albumineuses, gomme résine	12,57
Sucre	8,23
Sels solubles dans l'eau	1,68
— les acides	0,37
Sels insolubles dans les divers véhicules	0,15
Alcool absolu (moyenne de 3 opérations)	36,80
Eau et gaz	940,20

Les cendres contiennent : potasse, soude, chaux, magnésie, alumine, chlore, acides carbonique, sulfurique, phosphorique, silicique.

Boussingault a fait aussi une analyse qui a donné les résultats suivants :

Alcool absolu	53,96
Glycérine	2,20
Acide succinique	1,40

Digitized by Google

Acide carbonique	0,61
— organiques évalués en acide malique	5,50
— butyrique et acétique	traces.
Gomme	0,50
Ammoniaque	0,05
Potasse	0,85
Chaux, magnésie, acide phosphorique	2,50
Matières azotées (caséine)	1,90
Eau et divers	901,83

La composition du pulque varie avec l'espèce d'Agave d'où il provient.

Il ne se conserve pas, comme nous allons le voir, mais Herrera a pu le conserver en ajoutant peu à peu par litre 60 grammes d'alcool rectifié.

La préparation du pulque est le résultat de fermentations complexes de l'aguamiel. On y trouve toute espèce de ferments : les uns sauvages, ferments visqueux, butyrique, acétique, amer, de la tourne, de la pouse, ferment mannitique, *Mycoderma vini* à côté du *Saccharomyces* alcoolique, à côté d'aérobies et d'anaérobies.

Ces ferments n'ont pas d'importance au point de vue de la conservation. Du reste, ce produit ne se conserve pas et doit être employé aussitôt. Le *Mycoderma vini* seul est dangereux, ainsi que le ferment filant qui se trouve empâté dans une zooglée, de sorte que le pulque coule comme de l'huile. Il le transforme en une liqueur plate, d'aspect repoussant. Pour l'éliminer, il faut agiter fortement la bouteille ; on brise ainsi les chapelets de ferment, et on peut décanter facilement, mais il conserve son mauvais goût et son odeur désagréable. Prat, dans les résidus de la fermentation, a trouvé de la mannite. Robinet a trouvé un sucre de formule $C^6H^{12}O^6$.

La fermentation se conduit de la façon suivante :

L'aguamiel est amené à la salle de fermentation, nommée *tinacal*, mis dans des cuves en cuir nommées *toros* à fond ovale de 1 mètre de profondeur et 2 mètres de côté. On conserve dans une de ces cuves un ferment liquide infect qui sert de pied de cuve et qu'on maintient toujours en remplaçant ce qu'on prend par du jus nouveau

On commence par mettre dans chaque cuve 15 à 16 litres de cette levure, puis 1/5 de la cuve d'aguamiel ; le lendemain, on en met autant et on continue pendant cinq jours.

Digitized by Google

La fermentation dure sept à huit jours depuis la mise en train. Lorsque l'aréomètre Baumé marque 1°,5 à 2°, on remplit des fûts de 400 litres qui sont expédiés et arrivent la nuit à Mexico.

Le jour même tout est consommé. On donne à la fermentation le plus de surface possible, sans doute pour empêcher le développement des anaérobies. C'est le seul moyen d'avoir une boisson à peu près potable.

Mais aussitôt que le ferment alcoolique cesse d'agir, tous les ferments vicieux anaérobies peuvent agir à l'abri de l'air dans les tonneaux, et bientôt la boisson serait d'une saveur aigre et repoussante, avec une odeur de putréfaction assez prononcée; mais c'est alors que les vrais amateurs, paraît-il, l'estiment le plus.

Le pulque est la boisson nationale du Mexique.

Quand on passe devant les *Pulqueria*, l'odeur est repoussante. Dans les salles de fermentation, on ne sent jamais cette odeur; il y a toujours une odeur vineuse bien moins désagréable, parce que le pulque est expédié avant que la fermentation soit terminée.

Ces fermentations sont conduites par des praticiens routiniers capitaines de tinacal) qui ne se rendent aucun compte du travail qu'ils font. Ils sont guidés par des préjugés qui, nous devons l'avouer, ne sont pas encore bien loin de nous. Ainsi il est défendu aux femmes d'entrer dans les salles de fermentation. Aussi ces praticiens ne sont aucunement maîtres de leur fabrication; s'ils quittent la ferme où ils réussissaient à faire du pulque supérieur grâce aux diverses circonstances de lieux, de ferments, etc., et essaient dans une autre ferme de reproduire leur même produit, ils ne peuvent y parvenir.

Mescal. Tequila. — Le pulque distillé donne de l'alcool connu sous le nom de *Mescal* ou de *Tequila*. Il marque de 50° à 70°. Cette eau-de-vie est peu appréciée et peu employée. On l'appelle quelquefois *Vin de Mescal*, à tort; il se prépare dans plusieurs parties de la République, et notamment à Guadalajara où il se nomme *Tequila*, et à Saint-Louis-Potose où on le nomme *Chorrerra* et *Campanilla*. Il s'extrait de plusieurs Agavés nommés *Chinois*, *Manso*, *Temamelt*, *Cimarron* et *Verde*.

Pour le préparer, on ne se sert pas du pulque; on prend les feuilles, on les place dans un four semblable aux fours à briques

Digitized by Google

ou à chaux. Quand il est plein, on met le feu aux combustibles placés à la partie inférieure, puis on couvre le four de feuilles d'agave et de terre. Ensuite on les retire, on les presse, on met le tout dans une cuve à fermentation avec peu de pulque pour déterminer la fermentation, puis on distille; le premier produit obtenu est le *vin ordinaire*; on le redistille de nouveau et on obtient l'*eau-de-vie*. Les premières portions de cette eau-de-vie se nomment *fleurs*. C'est une eau-de-vie à odeur empyreumatique ressemblant au genièvre de Hollande. Elle marque 50° à 60°.

L'eau-de-vie de *Zacatlan*, que l'on croit préparée avec des pommes et qui est ainsi désignée, est faite par la population d'*Acaxochillan* (État de Morellos) avec du sucre brut dit *Piloncillo* dissous dans l'eau et mis en fermentation enveloppé dans des feuilles de canne à sucre; il a une couleur ambrée, une odeur particulière. Il marque 50° à 60°.

CHAPITRE II.

DISTILLATION DES LIQUIDES INDUSTRIELS.

Article 1er. — Distillation des grains.

La distillation des matières amylacées ne présente pas de difficultés dans le cas de moûts clairs ou peu épais; il y a seulement, pour le constructeur, quelques précautions à prendre pour le nettoyage facile de la colonne dans laquelle les sons peuvent s'accumuler, surtout dans le cas des moûts épais, et particulièrement dans les moûts employés pour la levure pressée. Le moût, dans ce cas, laisse déposer facilement les sons qui se réunissent dans les coins des plateaux. On dispose des regards qui permettent de surveiller la colonne et de la nettoyer sans interrompre le travail (fig. 110).

Une bonne précaution à prendre, c'est de distiller de l'eau après la distillation de chaque cuve, de façon à laver la colonne, e réservoir de la pompe et le chauffe-vin. Les dépôts de sons qui s'y forment pourriraient et donneraient mauvaise odeur à l'alcool.

Les plateaux ne portent qu'une seule calotte centrale. On puise directement le vin avec la pompe qui l'envoie dans la colonne.

Digitized by Google

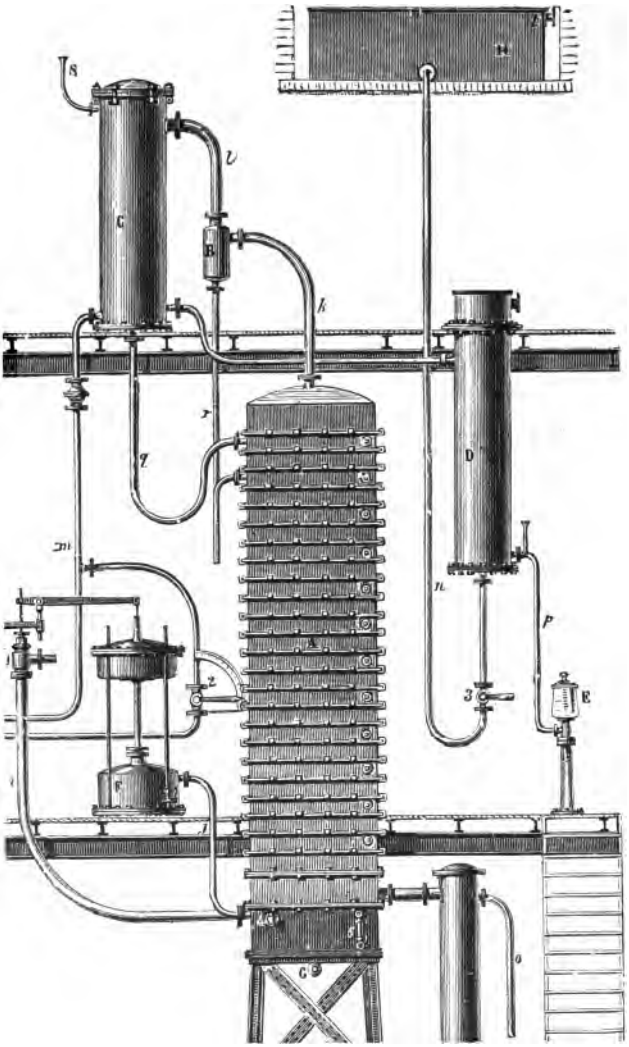


Fig. 110. — Appareil Savalle pour la distillation des grains.

Digitized by Google

Les pompes sont à piston plongeur; on peut faire varier la course à volonté au moyen d'une coulisse. Un autre système porte sur le tuyau de refoulement un tuyau de retour qui revient à la citerne et est commandé par un robinet. Plus le robinet est ouvert, plus il retient de moût à la citerne.

Pour les moûts très épais, on pourrait employer les colonnes sans plateaux comme la colonne Ilges ou la colonne Colette. La dépense de vapeur est plus forte.

Une autre disposition qui convient pour les moûts épais est la colonne horizontale imaginée par Perrier en 1875.

Elles ont l'avantage de ne pas tenir de place en hauteur des disques montés sur des arbres de couches, empêchent que le liquide laisse déposer ses sons et multiplient les contacts du liquide et de la vapeur.

Pertes dans les opérations. — Dans la fermentation, on perd toujours un peu d'amidon. Les expériences établissent que la quantité d'amidon perdu dans le travail des cuiseurs à haute pression varie de 3 à 9 pour 100.

On peut prendre 7 pour 100 comme moyenne pour les pommes de terre. Les moûts de maïs donnent les mêmes résultats. Il ne faut pas se fier aux indications du saccharomètre, pour apprécier la valeur de l'amidon non fermenté dans le cas du maïs. La chute de la fermentation est à 1°,5 environ, pour les pommes de terre; mais ce chiffre ne correspond pas à 1,5 pour 100 de matières solides, à cause de l'alcool qui abaisse le degré, mais bien à 3 pour 100. Les moûts de maïs, contenant moins de matières solides que les pommes de terre, le degré indiqué est plus bas; le chiffre de 0 indiqué par les moûts de maïs fermenté doit donc être relevé de 1,5 pour 100, comme ceux de pommes de terre.

Si on calcule sur cette perte de 7 pour 100 d'amidon, il faut la retrancher de la quantité de sucre avant la fermentation. On pourrait donc calculer le rendement alcoolique de la fermentation en comptant 71 l. 6 d'alcool pour 100 kilogrammes d'amidon. Seulement, comme il se forme, outre l'alcool et à ses dépens, des éthers, des acides, des alcools supérieurs, les fermentations secondaires de toute sorte, lactique, acétique, butyrique, contribuent aussi à faire perdre de l'alcool, et il faut encore tenir compte du sucre qui a servi à nourrir la levure, et enfin de l'évaporation pendant le travail.

Digitized by Google

Cette évaporation est facilitée par la température et le dégagement d'acide carbonique qui entraîne de l'alcool. On a fait quelques expériences pour déterminer cet alcool perdu en formant des fermentations simultanés en vase ouvert et fermé. Erck a trouvé dans trois essais :

9,3 à 9,4 p. 100 en bouteille fermée et
8,9 à 9 p. 100 en vase ouvert
Perte 0,4 p. 100.

Les pertes de la fermentation sont donc appréciables.

Mœrcker cite l'exemple suivant :

Trente quintaux de pommes de terre ont été traités; on a eu comme résultats :

Amidon total	536,90 k
Amidon non dissous	14,73
Amidon dissous.	522,17
Amidon non fermenté	29,79
Amidon fermenté	492,38
Rendement théorique à 71,6 p. 100. . .	353l,05 à 100° G.-L.
Rendement réel	301,61
Perte	51,44
Soit	14,6 p. 100 d'alcool théorique.

Dans les conditions les plus avantageuses, on peut obtenir de 100 kilogrammes d'amidon

Au maximum	60 litres d'alcool à 100° G.-L.
Au minimum	50 — — —
Soit en moyenne	55 litres d'alcool

Le chiffre de 55 litres est le rendement moyen; mais il est possible d'obtenir plus.

Ces rendements, bien entendu, ne s'appliquent nullement au travail de la levure pressée qui donne des chiffres bien inférieurs en saccharification d'amidon et en alcool.

Salle de distillerie. — L'installation d'une distillerie de grains dépend du terrain et de nombreuses circonstances. La figure ci-jointe 110 représentant la disposition d'une distillerie de grains pourra aider l'industriel dans l'établissement de ses projets.

Digitized by Google

Article 2. — Distillation des betteraves.

La distillation, après ce que nous avons dit dans les généralités, est une opération très simple à décrire.

Lorsqu'on opère par macération à la vinasse, il faudra, pour la distillation, employer un chauffe-vin. Au contraire, pour la diffusion et la pression, il sera préférable d'employer un récupérateur.

Le rendement en alcool à 100° Gay-Lussac est égal à la densité des jus : la valeur d'un degré de densité est le 1/10e du prix d'achat de l'hectolitre d'alcool.

Par exemple, si on achète 16 francs les betteraves à 5°, le degré vaudra $\frac{16}{5} = 3$ fr. 20 ; l'hectolitre d'alcool à 100° sera donc acheté 32 francs.

Les jus de betteraves sont plus pauvres que les moûts de grains. On ne peut pas obtenir plus de 10 pour 100 de sucre dans les jus, et ces betteraves sont réservées à la sucrerie. En général, on n'obtient que 8 pour 100, ce qui fournit 5 litres d'alcool pur par hectolitre. On obtient 47,3 litres d'alcool par 100 kilogrammes du sucre. Une betterave à 10 pour 100 de sucre donnerait de 4,8 pour 100 d'alcool. La figure 111 représente une distillerie de betteraves.

Article 3. — Distillation des topinambours.

D'après Dick et Tallens, on obtient des topinambours.

Avec l'acide sulfurique	8,66	litres p. 100
Sans acide sulfurique	7,75	— —

On peut obtenir 10 litres d'alcool pour 100 kiogrammes de topinambours ; mais il faut remarquer que, dans le travail ordinaire, on laisse de côté l'inuline qui n'est pas saccharifiée par le moût et est insoluble daus l'eau. On ne peut l'utiliser que par l'action des acides à l'ébullition ou par l'emploi de l'inulase signalée par M. Bourquetot, mais non encore utilisée en distillisée.

Digitized by Google

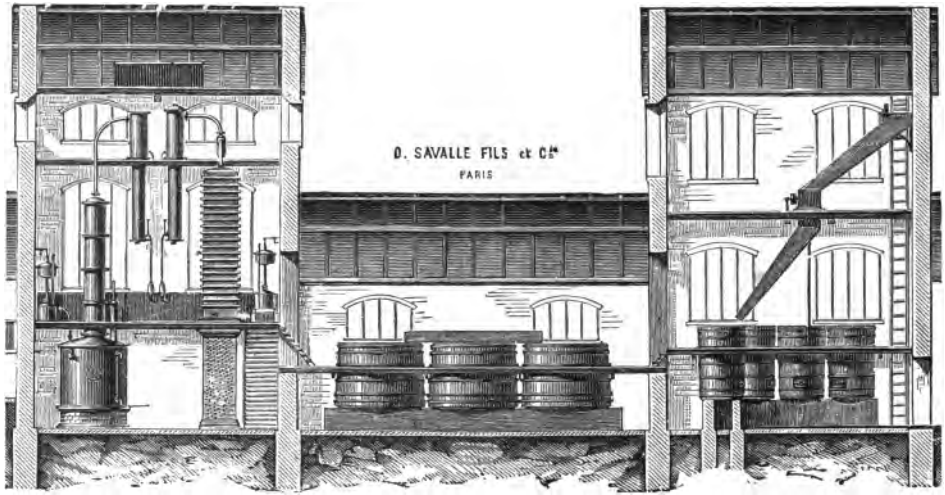


Fig. 111. — Ensemble d'une distillerie agricole de betteraves fonctionnant par la macération.

Digitized by Google

Article 4. — Distillation des mélasses.

On ne peut non plus travailler en moûts très concentrés. Seulement, la fermentation (fig. 112) étant calme, on peut par compensation remplir complètement les cuves; aussi le rendement des cuves en alcool est inférieur à celui des grains.

Cent kilogrammes de mélasses rendent de 26 à 30 pour 100 d'alcool en volume. Un rendement de 28 pour 100 est satisfaisant en pratique. Mœrcker a obtenu 32,94 pour 100 pour une mélasse renfermant 50 pour 100 de sucre. Ces chiffres comprennent l'alcool provenant du malt du levain; il faudrait donc déduire les sucres des levains. On admet qu'on introduit 6 kilogrammes de malt par 100 kilogrammes de mélasse, ce qui fait à 70 pour 100 d'amidon, 4,2 kilogrammes d'amidon ou 3 l. 01 d'alcool pur (rendement 71,6 pour 100). Mœrcker conclut de ces données les chiffres suivants :

Pour 100 kilog. mélasse :				Pour 100 kilog. de sucre :		
26 lit. d'alcool	— 3,01	= 21,06 °/₀	= 44,3 °/₀	ou 65,3 °/₀	du rend^t	théor.
28 —	— — 3,01	= 23,06	= 48,5	71,5	—	—
30 —	— — 3,01	= 25,06	= 52,7	77,7	—	—

Le rendement est très satisfaisant, ce qui n'est pas étonnant, le travail étant beaucoup plus simple.

M. Gaillet donne comme travail normal 85 pour 100 du rendement théorique, pour 1.143.371 kilogrammes de mélasse à 41° Baumé. On a obtenu 3.304,22 hectolitres d'alcool à 90°, soit 28,898 pour 100 kilogrammes de mélasse. La théorie exigerait 37 l. 424.

Il y a donc eu une perte de 22,77 pour 100.

28,898 font en alcool pur 26 pour 100 à peu près.

En France, les mélasses contiennent en général 44 pour 100 de leur poids en sucre; une telle mélasse donne 27 litres d'alcool par 100 kilogrammes.

La figure 112 représente une distillerie de mélasse et la disposition de ses appareils.

Digitized by Google

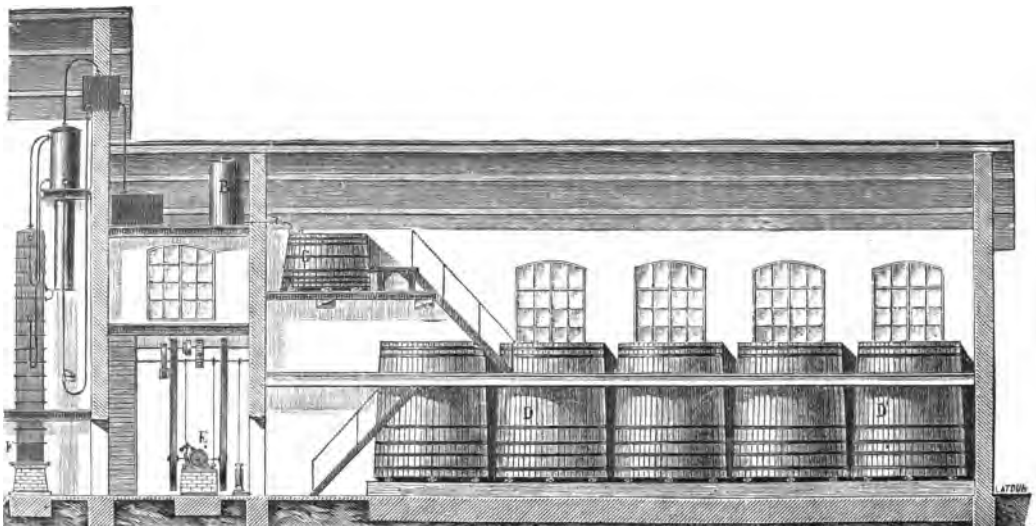


Fig. 112. — Distillerie de mélasse annexée à une sucrerie (A. Savalle).

Digitized by Google

CHAPITRE III.

APPAREILS POUR LA DISTILLATION.

Le moût fermenté est envoyé au moyen de pompes aux colonnes à distiller : leur nombre est considérable. Nous nous bornerons à signaler les principales dans chaque spécialité.

Nous avons indiqué précédemment plusieurs appareils de Egrot et de Deroy qui se sont faits une spécialité pour la distillation des eaux-de-vie et liqueurs.

Pour la distillation des alcools, Savalle fournit un grand nombre de types divers de colonnes continues munies de régulateurs de vapeur et de chauffe-vins. Elles sont à plateaux qui retiennent chacun une certaine quantité de vin, dans lequel barbotte la vapeur, en passant d'un plateau au plateau supérieur; tandis que le vin descend de plateau en plateau en s'appauvrissant de plus en plus. L'alcool aqueux en vapeurs monte en s'enrichissant de plus en plus, et sort à 55° à 65°. La construction varie suivant qu'on distille des moûts liquides ou pâteux.

L'éprouvette par où s'écoule l'alcool (fig. 113) sert à indiquer la richesse des flegmes, leur température et le débit de l'appareil.

Les flegmes arrivent par un tuyau à la partie inférieure. Un robinet permet d'en recueillir pour la dégustation. L'alcool monte dans l'éprouvette, le long d'un tube vertical placé au milieu d'une cloche de verre renversée. Le tube vertical porte une ouverture à la partie inférieure par laquelle l'alcool se rend dans un réservoir sphérique inférieur d'où trois robinets le conduisent dans les bacs qui doivent le recevoir.

L'ouverture d'écoulement étant invariable, le débit l'est également, si l'arrivée de l'alcool est constant, ce qu'on reconnaît au moyen de la graduation que porte la tige intérieure. Il faut donc maintenir constante la hauteur de l'alcool dans l'éprouvette, ce qui est facile grâce au régulateur de vapeur.

La colonne Egrot, à cause de la disposition de ses plateaux que nous avons décrits (fig. 114), a une très faible hauteur. Cinq plateaux suffisent pour épuiser les vins; les vapeurs passent ensuite

Digitized by Google

dans un rectificateur où elles s'enrichissent et se condensent dans le chauffe-vin et le réfrigérant. Trois robinets permettent de régler la rétrogradation des vapeurs et leur degré.

La colonne Champonnois employée dans la distillerie de betterave, qui ne diffère guère de celle de Savalle, a été modifiée par M. Barbier (fig. 115).

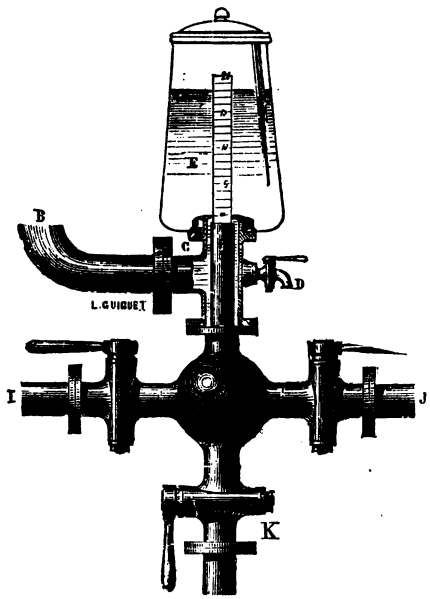


Fig. 113. — Éprouvette Savalle.

Le chauffage de la colonne est à retour direct au générateur et se fait au moyen d'un système tubulaire placé à la partie inférieure de l'appareil.

Le nombre des plateaux a été augmenté. Un serpentin à axe horizontal, placé au-dessus du chauffe-vin, augmente l'analyse de l'alcool.

Digitized by Google

L'écoulement de l'eau dans ce serpentin permet de régler le degré de l'alcool. On peut atteindre 85°.

Nous avons signalé la colonne Ilges (fig. 116) pour les moûts

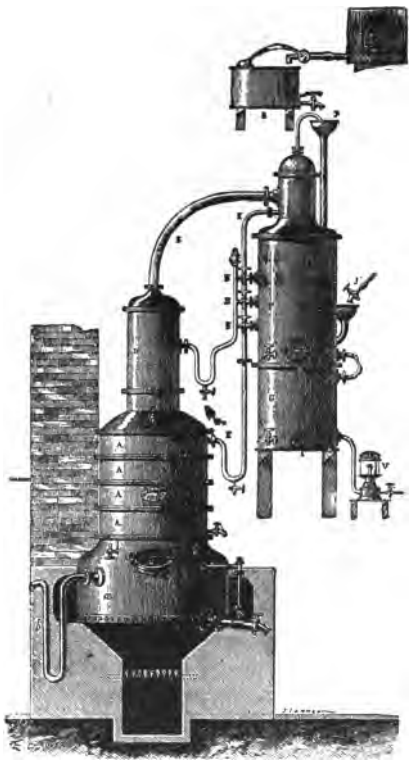


Fig. 114. — Appareil Egrot de distillation continue, ordinaire, chauffé à feu nu.

épais. Elle ne contient pas de plateaux ; les plateaux sont remplacés par des barbotteurs à surface oblique et à rebords cannelés. Le moût descend de barbotteur en barbotteur traversé par les vapeurs qui montent constamment. Il en résulte que la

Digitized by Google

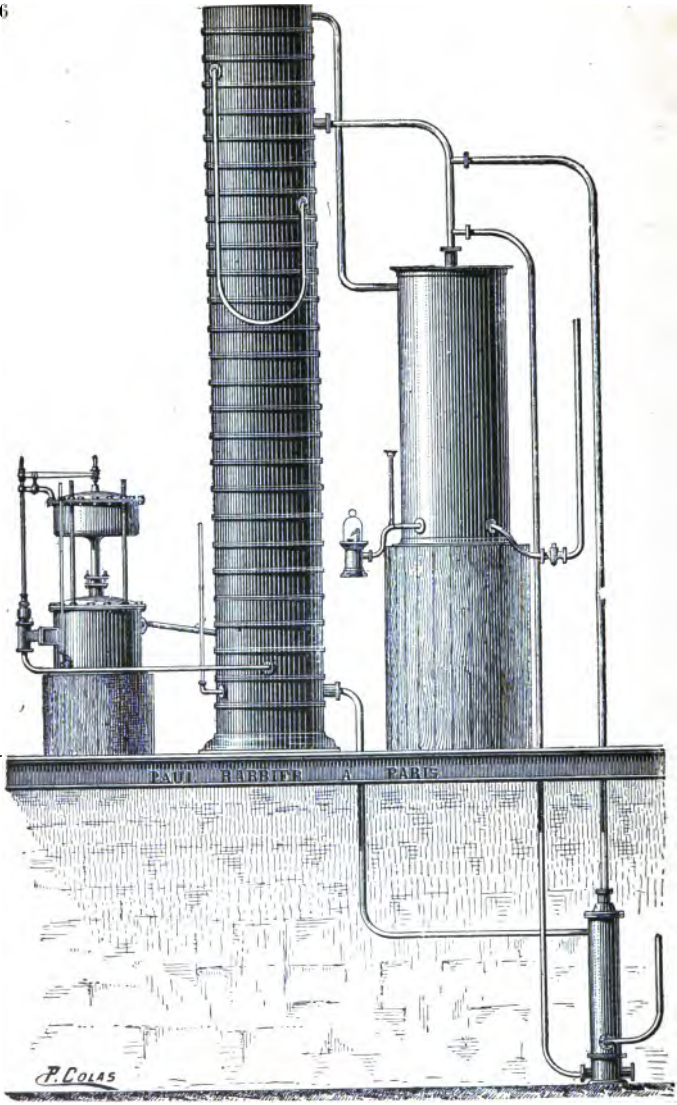


Fig. 115. — Appareil à distiller de Champonnois (Paul Barbier).

Digitized by Google

colonne n'a jamais besoin de nettoyage ; elle est munie d'un régulateur de vapeur spécial, d'un régulateur de sortie pour les vinasses et d'un régulateur d'entrée automatique pour le vin.

Cet appareil permet de distiller à volonté des moûts liquides ou épais. Il offre, par conséquent, des avantages surtout pour

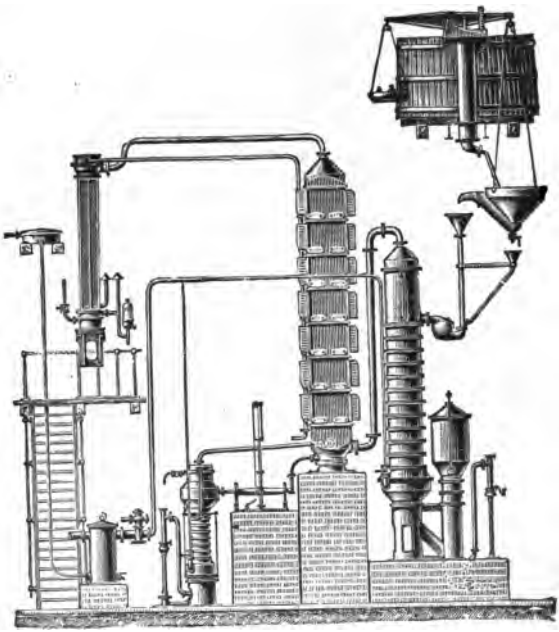


Fig. 116. — Appareil à haut degré d'Ilges.

les distillateurs qui distillent des matières variées. Elle donne du flegme à 92°-95° et par rectification des alcools bon goût à 96°-97°, dont 60 pour 100 en alcool de cœur et 30 pour 100 en alcool ordinaire.

La colonne Venuleth et Ellenberger (fig. 117) produit du flegme à 92°-94° et des drèches saines. Elle est formée de deux colonnes : l'une sépare l'alcool, et il reste les drèches. On

Digitized by Google

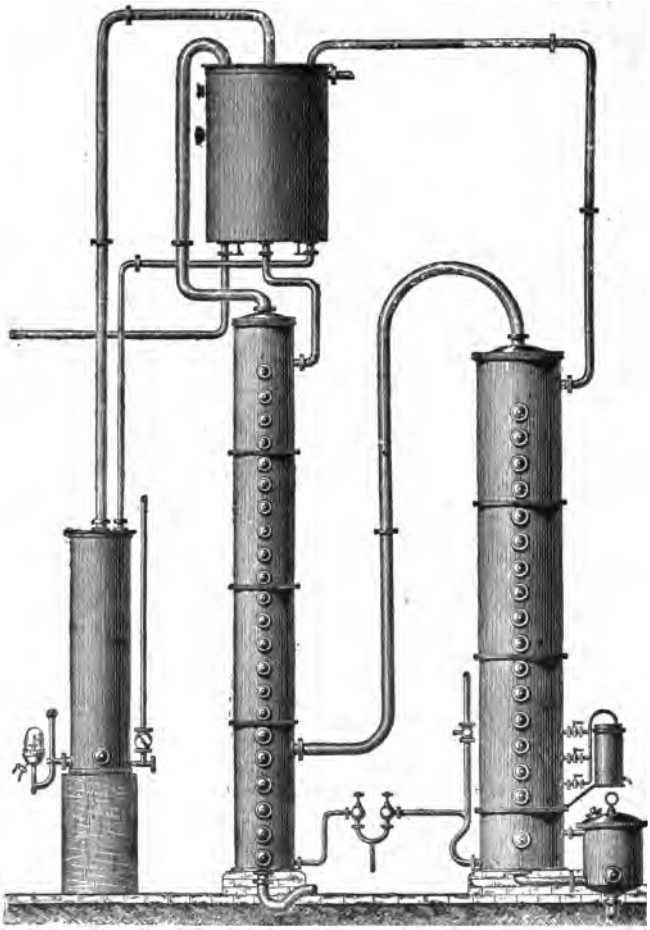


Fig. 117. — Appareil à distiller (Venuleth et Ellenberger).

Digitized by Google

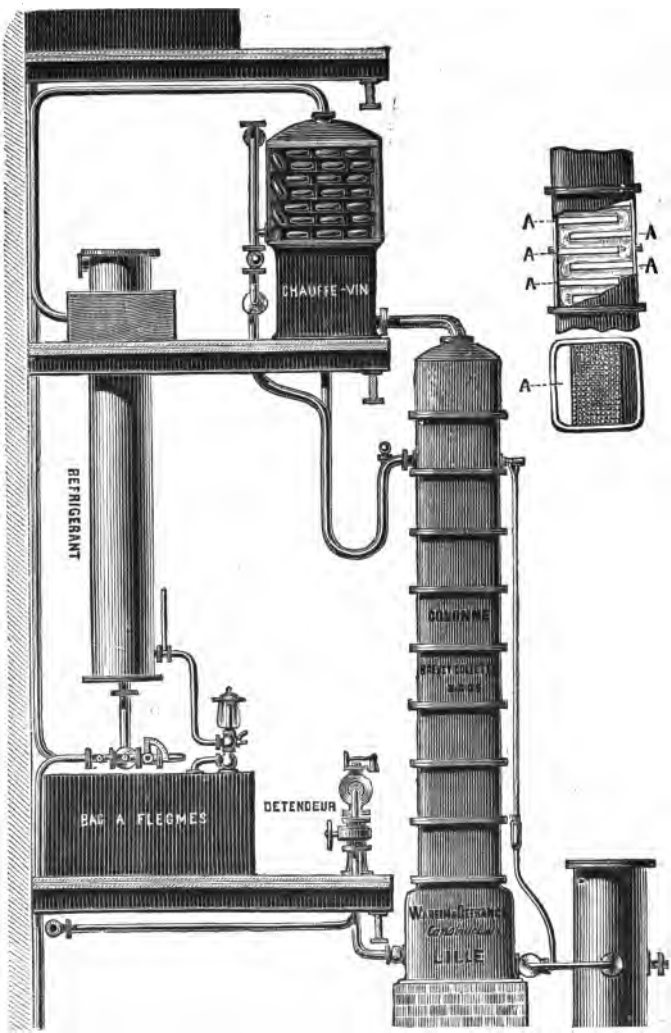


Fig. 118. — Colonne Coillette (Warcin fils et Defrance).

Digitized by Google

sépare par un appareil spécial les huiles mêlées avec de l'eau (*Lutter* des Allemands), ce qui bonifie les drèches. L'alcool se rend ensuite dans la colonne rectificatrice où il se concentre et se purifie.

La colonne Collette (Warein et Defrance) est spécialement destinée aux moûts très épais (fig. 118).

Fig. 119. — Colonne horizontale type Sorel.

Le vin descend en cascade tout le long de la colonne en même temps que l'alcool en vapeur monte en sens inverse. Comme dans la colonne Ilges, il n'y a pas d'obstruction possible même avec les moûts les plus épais.

Elle donne des flegmes à haut degré (95°).

La *colonne des frères Siemens* est aussi très employée en Al-

Digitized by Google

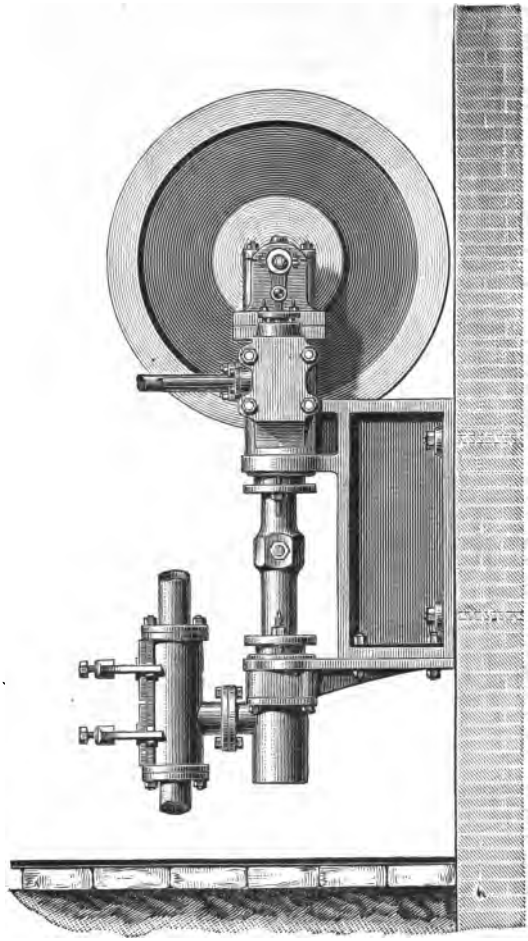


Fig. 120. — Pompe à moût à vapeur (Venuleth et Ellenberger).

lemagne. Elle se compose d'un chauffe-vin situé à la partie inférieure de la colonne ; il est formé de deux compartiments

Digitized by Google

en spirale, dans l'un desquels passe le vin qui s'échauffe au contact de la vinasse qui sort par l'autre compartiment.

Le vin monte dans un tuyau central et se déverse par-dessus ; il descend ensuite sur une plaque enroulée en hé-

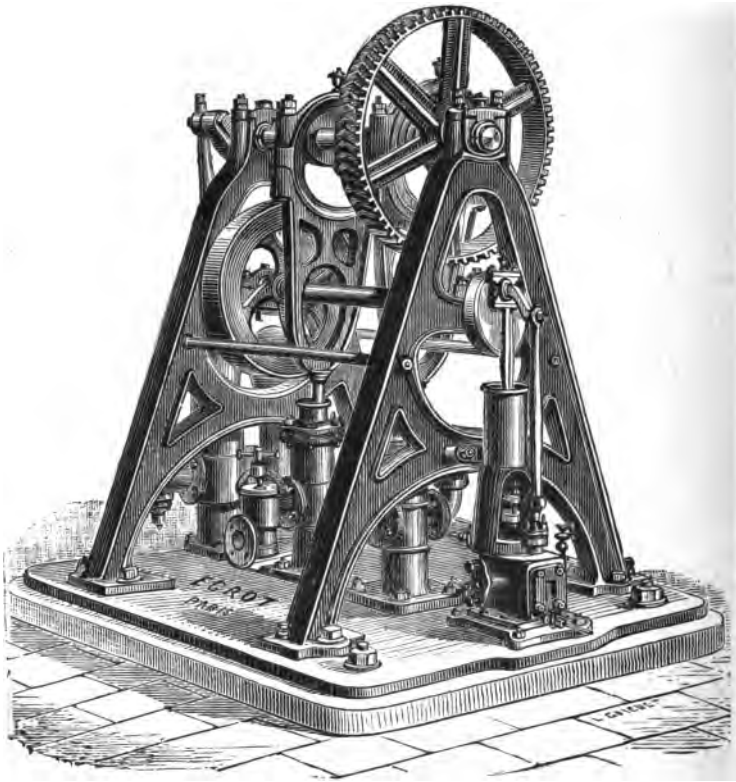


Fig. 121. — Pompe *America* (Egrot).

lice autour du tube central, pendant que la vapeur s'élève à travers les trous de la plaque et barbotte dans le moût. Enfin au-dessus se trouve le rectificateur formé de trois hélices enroulées autour du tuyau. Dans une des hélices montent les va-

Digitized by Google

peurs qui descendent par le tuyau central, s'enrichissent au contact du vin et remontent par une autre hélice. La troisième est consacrée à la circulation de l'eau froide qui marche en sens inverse du vin et déphlegme les vapeurs.

L'appareil le plus employé en Allemagne est celui de Périer, qui est basé sur un principe différent des colonnes étudiées jusqu'à présent. Les vapeurs, au sortir de la colonne, passent successivement dans des serpentins entourés de vapeurs de liquides bouillant à température constante et convenablement choisis. Dans le premier, les vapeurs d'alcool et d'aldéhyde passent, tandis que l'alcool amylique se condense; ensuite l'alcool est retenu dans un deuxième serpentin, puis se concentre dans une colonne remplie de perles; enfin l'aldéhyde et les éthers passent dans une colonne où ils se rectifient.

Pour la distillation des moûts épais, M. Sorel a fait construire une colonne horizontale qui ne contient plus de plateaux (fig. 118). Un agitateur intérieur maintient le moût, en couche mince en contact avec la vapeur qui arrive par l'autre extrémité de l'appareil et épuise le moût dans le trajet.

L'alimentation de ces appareils se fait au moyen de pompes de divers systèmes. Citons :

La pompe à moût et à vapeur de Venuleth et Ellenberger (fig. 120), dont la vitesse et la puissance sont variables. On peut régler à volonté la longueur de la course du piston.

La pompe Egrot, dite *America* (fig. 121), qui comprend réunies toutes les pompes nécessaires à une distillerie et le moteur à vapeur qui les commande. La batterie est formée d'une pompe à eau en fonte, une pompe à moûts en bronze, une pompe à jus fermentés également en bronze.

Digitized by Google

TROISIÈME PARTIE.

PURIFICATION DE L'ALCOOL.

CHAPITRE PREMIER.

GÉNÉRALITÉS.

L'alcool obtenu par ces divers procédés n'est pas pur. Dans le cas des alcools de consommation dits eaux-de-vie et des diverses liqueurs, le travail du distillateur s'arrête au point où l'alcool est dépouillé des produits à saveur désagréable au consommateur. Souvent les impuretés sont l'élément particulièrement recherché : il n'en est plus de même du distillateur industriel qui doit fournir à ses clients de l'alcool pur ou presque pur, aussi pur que le permettent l'état de la science et la construction des appareils. En fait, cette pureté est très rapprochée de la pureté absolue. L'alcool pur industriel est désigné sous différents noms : *alcool neutre*, *alcool fin*, *surfin*, *alcool bon goût*, *alcool rectifié*.

Quant aux alcools bruts, on les désigne sous le nom de *flegmes*.

Nous avons donné dans le deuxième volume, p. 310, le tableau des impuretés que contiennent les flegmes.

Dans la pratique, on les divise en deux groupes principaux : les *produits de tête* ou *éthers*, et les *produits de queue* ou *huiles de fusel*.

La purification de l'alcool a pour but de séparer l'alcool de ses impuretés et en même temps de l'eau.

D'où proviennent les impuretés ? Une partie vient des matières premières. On reconnaît facilement à la seule odeur un alcool de maïs, de seigle, de pommes de terre ou de mélasse.

La levure a aussi une grande influence; une levure saine donnera un alcool d'un goût bien différent de celui d'une levure malade. Bien plus, les différentes espèces de levure même pures donnent des bouquets bien caractéristiques aux alcools. Pasteur l'avait déjà remarqué, et aujourd'hui l'expérience indus-

Digitized by Google

trielle a confirmé l'observation du grand savant. Enfin les fermentations secondaires donnent également des produits odorants particuliers, soit par eux-mêmes, soit par les dérivés qu'ils forment, car les acides s'éthérifient pendant les opérations diverses, soit de la fermentation, soit de la distillation, et tous les éthers ont des odeurs particulières différentes de celles de l'alcool.

Il est établi aujourd'hui qu'une grande partie des impuretés provient des fermentations secondaires provoquées ou accidentelles; mais quelle que soit la levure employée, quels que soient les éthers formés dans les différentes fermentations, il n'y a là qu'une question de bon ou de mauvais goût; l'alcool n'en est pas moins impur.

Le procédé des levures de vin ne résout pas le problème; il modifie seulement la nature des impuretés.

Au point de vue de la rectification, il serait donc intéressant d'avoir un procédé permettant d'apprécier rapidement la valeur d'un flegme, son degré d'impureté; mais cela est très difficile, car les impuretés se composent de trop d'éléments divers qu'on ne peut pas doser par un procédé d'ensemble. Tous les réactifs proposés sont sensibles pour un groupe d'impuretés et non pour les autres, ou sont inégalement sensibles pour chacun. L'analyse complète n'est pas possible au moins dans l'état actuel de la distillerie. La distillation fractionnée n'est une méthode analytique que très grossière qui ne permet pas de faire une séparation complète des divers éléments; mais, dans le cas actuel, ce serait encore celle qui permettrait de donner des résultats comparables à ceux de la pratique.

Comme procédés analytiques les procédés Mohler et Roques sont ceux qui approchent le plus de la perfection analytique, bien qu'ils ne permettent encore de déterminer que des groupes de corps. Le procédé de M. Barbet est aussi dans le même cas, mais encore plus indéterminé; cependant pour un essai préliminaire, c'est encore celui qui donne le résultat le plus rapide et le plus précis. Nous nous en sommes servi souvent et avec utilité.

La purification de l'alcool peut se faire par un grand nombre de procédés qui peuvent se diviser en deux groupes : la purification par procédés physiques ou chimiques; la purification par distillation.

Digitized by Google

CHAPITRE II.

PURIFICATION PAR PROCÉDÉS PHYSICO-CHIMIQUES

Les méthodes physiques ou chimiques recommandés pour purifier les alcools sont nombreuses. Jusqu'à présent elles n'ont pas donné de résultats satisfaisants au point de vue pratique.

L'électrolyse a été proposée par plusieurs auteurs en traitant l'alcool par un couple zinc-cuivre, dans lequel circule l'alcool. L'eau est décomposée, l'oxygène se fixe sur le zinc et l'hydrogène agit sur l'alcool ; il transforme les aldéhydes en alcools, mais ce procédé n'agit pas sur les alcools supérieurs. Le liquide devient bientôt neutre, et alors l'électrolyse ne se fait plus. MM. Naudin et Schneider ont opéré une nouvelle électrolyse par un courant produit par une dynamo ; mais le succès ne paraît pas avoir répondu à leur attente.

M. Godefroy a préparé une poudre de zinc-cuivre en précipitant le sulfate de cuivre par du zinc en poudre et introduisant cette poudre dans les flegmes (100 à 200 par hectolitre). On agite vivement et, après un quart d'heure, on ajoute 80 grammes de chlorure de chaux, on remue et on distille. L'auteur obtient une augmentation de rendement d'alcool bon goût et moins de produits à repasser ; mais l'expérience industrielle ne paraît pas s'être emparée du procédé.

Les oxydants transforment l'aldéhyde en acide acétique ; mais ils produisent encore d'autres oxydations plus nuisibles que celles qu'on voulait enlever. Parmi les oxydants, on a employé l'air et l'air ozonisé en Allemagne, mais ils n'ont pas réussi. On fait une injection d'air dans un récipient où les flegmes chauffés tombent en pluie fine. Le courant d'air, en même temps qu'il oxyde certains principes, entraîne un peu d'alcool et surtout des principes volatils très odorants qu'on recueille dans un serpentin refroidi. Ce procédé doit donner de grandes pertes, car il est difficile d'arrêter les vapeurs mêlées à une grande quantité d'air.

En dehors de l'oxygène et de l'ozone, on a proposé des produits qui fournissent de l'oxygène par leur décomposition notamment le permanganate de potasse qui, comme nous l'avons dit à propos du procédé analytique de M. Barbet, agit plus facilement sur certaines impuretés que sur l'alcool.

Digitized by Google

Au commencement de cette année 1895, M. Maumené a proposé de nouveau ce produit pour la purification de l'alcool et du sucre.

On a proposé également l'eau oxygénée, le bioxyde de sodium.

Comme oxydant, on a proposé le chlorate de potasse et l'acide chlorhydrique. Alcool, 10 hectolitres, 1 kilogramme de chlorate de potasse dissous dans l'eau bouillante ; agitez et ajoutez : acide chlorhydrique, 3 kg. 500. Après vingt-quatre heures on distille doucement.

Ou bien le bichromate et l'acide sulfurique.

Alcool, 10 hectolitres ; 1 kg. 600 de bichromate de chaux dissous dans l'eau chaude. On ajoute 4 hectolitres d'eau à l'alcool, on mélange, on agite fortement ; on ajoute 1 kg. 900 d'acide sulfurique étendu de 1 kg. 300 d'eau. Après quelques jours, quand le liquide est devenu vert, on ajoute encore 3 hectolitres d'eau, et on distille.

Le chlorure de chaux a été également indiqué. Comme oxydant, il a la même action que les précédents ; mais, en outre, il peut agir sur l'aldéhyde par son chlore et la transformer en chloroforme. L'odeur serait peut-être améliorée ; mais, au point de vue de l'hygiène, y aurait-il une amélioration ?

Comme produits chimiques, on n'emploie plus maintenant que le carbonate de potasse, la soude et l'acide sulfurique.

Le carbonate de potasse est employé pour neutraliser les acides libres, mais il ne faut pas rendre la liqueur alcaline ; car, par la chaleur, les alcalis avec les aldéhydes donnent des matières amères et des odeurs infectes, dont on ne peut débarrasser l'alcool.

La soude est employée pour saponifier les éthers dans les alcools provenant de marcs de raisins ou de tafia, et, pour les produits de tête, il faut alors doser la quantité d'éthers par un essai préalable, et on ajoute alors exactement la quantité de soude nécessaire. Il faut faire le mélange douze heures à l'avance, puis rendre le flegme acide avant de distiller.

L'acide sulfurique est employé pour saturer les alcools contenant des bases ammoniacales provenant d'une fermentation vicieuse ou d'une fermentation putride de la matière première.

On a conseillé, en outre, pour enlever les impuretés, une foule de recettes empiriques, que nous ne rapporterons pas. Par exemple, pour enlever l'alcool amylique, on recommande d'agiter avec 30 grammes d'amidon, 15 grammes d'albumine,

Digitized by Google

15 grammes de sucre de lait. On a proposé aussi l'alun, le tannin, le phosphate d'alumine, les nitrites, sans trop de succès.

A côté des agents de purification chimique, il faut placer le charbon qui est utilisé, non comme procédé unique de purification, mais comme auxiliaire de la distillation. Nous décrirons plus loin l'appareil employé; mais signalons les différents modes opératoires.

C'est le charbon de bois qui est préféré pour l'alcool ; le noir animal n'est pas employé, parce qu'il retient des matières empyreumatiques qui donnent un très mauvais goût à l'alcool.

On emploie le charbon, soit en morceaux, soit en poudre. Quand le filtre est saturé d'impureté, on y fait passer un courant de vapeur à faible pression pour enlever l'alcool restant, et on le fait sécher avec beaucoup de précautions. Puis, on le calcine dans des cornues en tôle; et, quand toute la vapeur d'eau est partie, on bouche le col, et on laisse refroidir en vase clos.

Il ne faut pas chauffer trop fort, car on diminuerait son pouvoir purifiant.

On a proposé encore la révivification par la vapeur surchauffée.

Ce procédé ne nous a pas réussi ; il est d'un maniement très délicat ; il est coûteux.

Les charbons légers sont ceux qui sont préférés, tels que le tilleul, le fusain, le sapin bien cuit pour détruire complètement les résines, le platane.

Le charbon doit être obtenu par la carbonisation en cylindres, comme pour la fabrication de l'acide pyroligneux. Le charbon s'améliore par la révivification. La durée du contact, la division du produit favorisent la purification.

Il faut aussi l'aider en diminuant la solubilité des impuretés, c'est-à-dire en employant de l'alcool faible à 35° ou 40°.

On emploie le charbon seulement après une première rectification qui a enlevé la plus grande partie des impuretés.

La filtration est une opération assez coûteuse. On perd 5 kilogrammes de charbon par hectolitre de flegmes à 40°, et on immobilise 300 kilogrammes par hectolitre et par vingt-quatre heures, en comptant celui qui est à la révivification. Enfin on perd de 2 à 2,5 d'alcool.

Le charbon n'a pas seulement une action dissolvante, il a aussi une action oxydante ; d'après Pampe, il agirait même sur les alcools supérieurs qu'il transformerait en alcool éthylique, ce qui expliquerait la disparition des huiles, mais la réac-

Digitized by Google

tion paraît assez singulière et ne se comprend pas très bien.

Le charbon en poudre est plus puissant. On peut diminuer beaucoup la quantité de charbon ; on peut le révivifier par distillation et calcination.

On l'additionne d'alcalis ou de sels magnésiens, mais il semble préférable de l'employer pur et de faire agir les réactifs à part.

Il y a encore d'autres agents de purification, qui agissent en modifiant la solubilité des alcools dans l'eau, soit en les rendant insolubles, soit en les enlevant par un dissolvant plus fort.

Voici quelques-uns de ces corps :

Si on fait dissoudre le carbonate de potasse dans l'eau, l'alcool ou plutôt les alcools se séparent formant une couche au-dessus de la solution alcaline.

Le chlorure de calcium ne sépare pas l'alcool méthylique, ni l'alcool éthylique ; il sépare l'alcool propylique, isopropylique, isobutylique et amylique.

Le chlorure de sodium sépare les alcools supérieurs.

L'acétate de potasse en solution concentrée sépare aussi les alcools.

Agité avec les huiles végétales, l'alcool étendu leur cède ses éthers en partie, mais les liquides se séparent difficilement et forment des émulsions.

M. Bardy (1) a employé le sulfure de carbone combiné avec les solutions de chlorure de sodium pour faire le dosage des huiles ; mais l'odeur et la toxicité du sulfure de carbone ne permettraient pas de l'employer comme procédé d'extraction ; le seul procédé chimique qui soit employé industriellement est aussi un procédé fondé sur l'emploi des dissolvants.

Le procédé consiste à enlever aux flegmes, non pas l'alcool qu'ils contiennent, mais seulement les impuretés. Il est fondé sur l'action des hydrocarbures qui ne dissolvent pas l'alcool et ne se dissolvent pas dans l'eau.

On savait déjà que la paraffine retenait beaucoup les impuretés de l'alcool, mais les paraffines ont toujours de l'odeur qui se communique aux alcools, et il faut les employer à chaud.

MM. Bang et Ruffin ont conseillé les hydrocarbures du pétrole qui dissolvent très bien les alcools supérieurs et les éthers, sauf l'aldéhyde, mais la dissolvent si on la polymérise préalablement en la traitant par un alcali.

(1) Guichard, *Traité de distillerie*, vol. II, p. 339.

Digitized by Google

Ils emploient les hydrocarbures lourds, peu volatils, de densité 0,810 à 0,820 qui ne donne des vapeurs inflammables qu'a 140°. Ces carbures ne présentent aucun danger d'incendie et sont insolubles dans l'acide sulfurique.

On traite les flegmes par l'hydrocarbure. Il dissout toutes les impuretés ; puis on fait passer l'hydrocarbure à travers une couche d'acide sulfurique qui s'empare de tous les alcools supérieurs pour former des acides viniques et détruit en même temps les éthers. L'hydrocarbure ainsi purifié est remis de nouveau en contact avec les flegmes et sert indéfiniment. On termine la purification par une distillation comme d'habitude. La purification de l'alcool est complète, et de 100 litres d'alcool impur on retire, par exemple, 97 litres d'alcool pur.

D'après les chiffres communiqués par les auteurs, le procédé donne des rendements plus forts que la distillation : ce qui n'est pas étonnant. Il donne moins d'alcool à repasser et d'alcools ordinaires, mais plus d'alcool de cœur.

CHAPITRE III.

PROCÉDÉS PAR DISTILLATION.

Article 1er. — Généralités.

En laissant de côté ces procédés qui n'ont guère d'intérêt qu'au point de vue historique, sauf le procédé aux hydrocarbures, nous passons au deuxième groupe qui comprend un seul procédé sous mille formes diverses, la distillation fractionnée, nommée plus ordinairement la *rectification*.

Cette opération a pour but de séparer par distillation fractionnée les divers produits qui accompagnent l'alcool et qui n'ont pas le même point d'ébullition.

Ainsi que nous l'avons dit, on a réuni en quelques groupes les corps qui accompagnent l'alcool et qu'il faut séparer autant que possible :

1° Les produits de tête plus volatils que l'alcool ;
2° L'alcool pur ;
3° L'eau ;
4° Les produits de queue moins volatils que l'alcool.

Digitized by Google

Dans le tableau de la page 310, 2e volume, nous avons indiqué les points d'ébullition des liquides contenus dans l'alcool; le partage peut être fait facilement. Nous nous bornerons à signaler, dans les produits de tête, l'aldéhyde et la plupart des éthers; dans les produits de queue, les alcools homologues de l'éthanol, notamment l'alcool amylique, le furfurol, etc. Enfin il y a des produits fixes dont il est inutile de parler.

Dans les pages précédentes, nous avons indiqué, parmi les produits chimiques, un certain nombre de corps qui jouissent de la propriété de former avec l'eau des solutions dans lesquelles les divers corps alcooliques sont insolubles. Il semble donc que la première opération à faire serait d'enlever toute l'eau et de soumettre ensuite le produit anhydre à la distillation fractionnée.

C'est, en effet, le procédé adopté dans les laboratoires de chimie (1) pour préparer l'alcool absolu.

Parmi les corps déshydratants, les plus employés sont la chaux, le carbonate de potassium, l'acétate de potassium, la baryte, le sodium, etc.

C'est évidemment le procédé rationnel. Il est relativement très facile de séparer les uns des autres par distillation fractionnée les corps anhydres. Il n'en est plus de même en présence de l'eau qui intervient, soit en entraînant avec elle les corps moins volatils, soit en formant avec eux des mélanges qui distillent à des points fixes comme des corps définis.

Le traitement industriel des flegmes par ce procédé n'a pas été essayé; il mériterait de l'être. Il ne s'agit pas, dans l'industrie, seulement de faire un corps pur, il faut encore qu'il ait une saveur agréable. Or dans le traitement de l'alcool, comme il est exécuté actuellement, certains réactifs sont employés qui donnent à l'alcool un goût fort désagréable quand ils sont distillés avec lui, les alcalis particulièrement, mais c'est là une difficulté qui n'est pas insurmontable.

La grande quantité d'eau à enlever est aussi, au point de vue économique, une question à considérer. Mais les colonnes à fort degré, que nous allons décrire un peu plus loin, résolvent cette difficulté.

Quoi qu'il en soit et malgré les inconvénients de l'eau, c'est la rectification pure et simple des flegmes étendus qui est main-

(1) Voir Guichard, *Traité de distillerie*, vol. I, p. 9.

Digitized by Google

tenant la seule adoptée. La solution se réduit alors à une question de construction d'appareils où rien ne peut être prévu; l'habileté du constructeur, quelquefois la chance ou un heureux hasard sont les seuls guides. A ce point de vue il semble, du reste, difficile de faire beaucoup mieux que ce qui est fait.

D'après M. Sorel, la rectification repose sur ce principe que les vapeurs des divers corps qui se trouvent dans les flegmes sont différemment solubles dans l'alcool; si, par exemple, une vapeur est peu soluble dans l'alcool, un kilogramme de la vapeur d'alcool en contiendra plus qu'un kilogramme du liquide. Si donc on distille le mélange, le liquide s'appauvrira de l'impureté considérée qui s'en ira avec la vapeur en formant l'impureté dite de tête.

Au contraire, si un produit est plus soluble dans l'alcool, la vapeur n'en entraînera pas ou peu. Le produit se concentrera dans le liquide pour distiller seulement quand la quantité d'alcool ne sera plus suffisante pour la tenir en dissolution. Elle distillera alors en formant les produits de queue. Entre les deux on aura distillé l'alcool. Il y aura donc trois parties distillées, en laissant de côté l'influence de l'eau :

1° De l'alcool avec des matières volatils peu soluble;
2° De l'alcool fin;
3° De l'alcool avec des produits de queue plus solubles.

Tel n'est pas l'avis de M. Barbet qui considère que les points d'ébullition des matières jouent un rôle prépondérant, en même temps que l'eau vient jouer son rôle de trouble-fête.

Dans l'absence d'études scientifiques sur la distillation des divers éléments dont se composent les flegmes, c'est la perfection de l'appareil, perfection obtenue par empirisme, qui joue le plus grand rôle dans le succès de l'opération. Il importe donc, dans l'état actuel, d'avoir un bon rectificateur, ce qui n'est qu'une question d'argent.

Article 2. — Rectification discontinue.

Un rectificateur se compose d'une chaudière chauffée à la vapeur au moyen d'un serpentin; la vapeur alcoolique s'élève dans une colonne placée au-dessus dans laquelle elle se divise en deux parties : la partie condensée retourne, *rétrograde* dans la colonne : c'est la rétrogradation. Le reste va au réfrigérant pour *couler* à l'éprouvette : c'est le *coulage*. Pour opérer

Digitized by Google

ce partage, on se sert de plateaux en nombre considérable, jusqu'à 50.

On peut partager ainsi les impuretés, non pas en trois groupes, comme nous l'avons dit, mais en bien plus grand nombre. On distingue :

les *mauvais goûts* de tête,
moyens goûts de tête,
bons goûts,
cœur de rectification,
moyens goûts de queue,
mauvais goûts de queue ou huiles ou fusel.

Examinons ce qui se passe dans la colonne et sur les plateaux.

Au début de l'opération, la chaudière est pleine d'un liquide alcoolique plus volatil que l'eau, et les plateaux sont chargés d'eau qui provient du lavage des plateaux à la fin de l'opération précédente. La température d'ébullition des flegmes est de 83°,4 environ. Les vapeurs dégagées se condensent dans l'eau des plateaux, jusqu'à ce qu'elle ait atteint la température de 83°,4.

Il faudra pour cela :

$$(83,4 - 15)\ 100 \times 1,01 = 6908 \text{ calories } 4.$$

La chaleur latente du liquide à 45° Gay-Lussac est 409 ; il faudra donc :

$$\frac{6908,4}{409} = 16^{k},89$$

de vapeur pour produire cette température. S'il y avait 100 kilogrammes d'eau sur les plateaux, il y aurait donc 116 kg. 89 de liquides. Les vapeurs avaient une richesse alcoolique de 84°,8 en volume, ou 78,1 en poids ; ce qui fait :

$$\frac{16,89 \times 78,1}{100} = 13^{k},19$$

d'alcool pur. Les 116 kilogrammes contiendront 13 kg. 19 d'alcool, c'est-à-dire qu'ils seront à 11,28 pour 100 en poids, ou 14 pour 100 en volume.

Ce nouveau mélange bout à 90°. Comme la chaudière ne donne qu'une température de 83°,4, ce liquide ne pourra jamais bouillir. Il restera donc composé indéfiniment comme il

Digitized by Google

est, et arrivera au condenseur avec la même richesse. Si on fait rétrograder, le liquide pauvre à 14° va couler du condenseur dans la chaudière et être remplacé peu à peu sur les plateaux par le liquide riche à 83°. Le problème sera alors renversé ; le liquide de la chaudière bouillera à 90° et celui des plateaux à 83°,4, et la vapeur qu'il donnera aura une richesse de 91°. Il s'est donc enrichi et il continuera à s'enrichir par la rétrogradation du condenseur. On refroidit alors un peu moins le condenseur; une partie seulement des vapeurs se condensera, retournant à la chaudière et enrichissant l'autre partie non condensée qui ira au serpentin. En augmentant le nombre des plateaux, on aura une rectification de plus en plus parfaite.

La colonne se partage en plusieurs zones : les têtes, l'alcool fin, les queues.

Ces trois zones s'élèvent progressivement dans la colonne. Les *têtes* coulent les premières à l'éprouvette, puis l'alcool fin, et les *queues* restent. Il arrivera fatalement un moment où la colonne sera pleine de queues qui distilleront à leur tour, les plateaux se chargeant d'eau.

Voici, d'après M. Sorel, comment se répartissent les différentes parties d'une rectification :

Un rectificateur rectangulaire à 49 plateaux fut chargé de 395 hect. 87 d'alcool à 39° Gay-Lussac = 154 hect. 39 d'alcool absolu. On retira :

Mauvais goûts de tête	7 hect. 657	= alcool absolu	4,96 p. 100
Moyens — —	34 — 057		22,06
Bons goûts	94 — 820		61,42
Moyens goûts de queue	9 — 205		5,97
Mauvais — —	8 — 198		5,31
Perte	0 — 453		0,28
	154 hect. 390		

Si on examine le liquide à la chaudière, il semble contenir encore un peu d'alcool ; cela tient à ce qu'il contient encore des huiles, qui diminuent la densité comme l'alcool.

Dans certaines usines, on partage la distillation en un plus grand nombre de parties :

Mauvais goûts de tête,
Mauvais goûts de tête à repasser,
Moyens goûts de tête,
Alcool fin, de tête,
Alcool extra fin,

Digitized by Google

Cœur de rectification,
Alcool fin, de queue,
Moyens goûts de queue,
Mauvais goûts de queue à repasser,
Mauvais goûts de queue.

La première et la dernière catégories sont vendues directement à certaines industriés.

Les deux suivantes sont rectifiées et séparées en mauvais goûts à vendre et moyens goûts à réunir aux moyens goûts ordinaires, qu'on ajoute aux flegmes d'une opération suivante.

Les alcools fins sont vendus ou rectifiés de nouveau.

Les alcools fins et les cœurs sont vendus pour la consommation.

En fin de compte, le but du distillateur doit tendre à faire trois lots, comme nous l'avons dit.

Mais on voit qu'à la fin la colonne se remplira d'huiles et sera infectée ; il faut alors la vider et la nettoyer en distillant de l'eau pour entraîner toutes les vapeurs huileuses.

Pour éviter cette perte de temps et de chaleur dans les rectificateurs Savalle, on retire pendant la rectification une certaine quantité d'huile, de façon à ce qu'elles ne s'accumulent pas et ne dépassent pas une certaine zone. La température des plateaux, au-dessous desquels se trouvent les huiles, est de 80° à 81°. Il ne faut donc pas laisser dépasser cette température au-dessus de la prise d'huile ; de cette façon, l'envahissement de la colonne n'aura pas lieu.

Rôle du condenseur. — Les avis étaient partagés sur le rôle joué par le condenseur. Pour Mœrcker, le condenseur était un analyseur. Il partageait les vapeurs en deux parties : l'une plus riche, l'autre moins riche, qui retournaient à la colonne.

Cette théorie est certainement inexacte ; elle n'est pas admise, en France, par les plus autorisés des auteurs. En Allemagne, elle a trouvé aussi des contradicteurs.

En 1889, M. Barbet montra que « le liquide condensé présente à peu près la même composition chimique que le mélange primitif des vapeurs, ou, en d'autres termes, dans les condenseurs la vapeur alcoolique ne s'analyse pas d'une façon appréciable ».

Tel est aussi l'avis de M. E. Sorel (1).

On voit que dans les appareils de rectification, comme nous

(1) Sorel, *La rectification. Aide-mémoire Léauté.*

Digitized by Google

venons de les décrire, la rectification ne se fait pas d'une manière continue, comme la distillation des colonnes à flegmes. Quand le liquide de la chaudière est épuisé, il faut vider la chaudière, laver la colonne et remplir la chaudière de flegmes nouveaux. Il en résulte *une grande perte de temps et de chaleur*.

Il y a aussi une perte notable d'alcool. Dans les anciens appareils de rectification, la perte atteignait souvent 5 à 8 pour 100.

Cette perte ou *freinte* est attribuée par M. Barbet à l'action de la chaleur (155° à 160°) sur les flegmes dans le rectificateur pendant les trente-six heures de l'opération; il se ferait des décompositions inconnues, peut-être une dissociation de l'alcool en eau et carbures.

D'après M. Sorel, ces pertes sont dues à une autre cause. En effet, elles varient avec la nature des colonnes, et la chaudière n'est pour rien dans ces pertes si la négligence n'intervient pas. Les pertes diminuent à mesure que les appareils sont plus perfectionnés. Les colonnes à calottes donnaient 5 à 8 pour 100 de pertes. Les plateaux perforés ne donnent que 1,78 pour 100, les plateaux rectangulaires 1,16 pour 100. Elle est donc due au petit nombre des plateaux des anciens appareils et à la nature même de leur construction. Or que résulte-t-il de cette imperfection plus ou moins grande?

D'après M. Sorel, à la fin de l'opération l'alcool baisse rapidement, et on arrête quand l'alcoomètre marque à peu près 0°. Or l'alcoomètre est très influencé par la tension capillaire des liquides dans lesquels on le plonge, et son indication n'est juste que dans les mélanges d'alcool et d'eau pour lesquels il a été gradué; s'il fournit des indications trop faibles dans l'alcool chargé d'huiles, il en résulte que, en arrêtant à 0°, on arrête trop tôt, et la perte est d'autant plus forte qu'il y a plus d'alcool dans la colonne et la chaudière, c'est-à-dire que l'appareil est moins perfectionné. M. Sorel a vérifié expérimentalement que les degrés indiqués par l'alcoomètre sont exacts pour les forts degrés où l'alcool domine, mais qu'il donne une forte erreur quand l'alcool amylique est en plus grande quantité que l'alcool éthylique.

Cette perte ne peut être évitée, car il faudrait dépenser plus de vapeur que ne vaut l'alcool perdu; mais avec les nouveaux rectificateurs rectangulaires, il n'y a aucune perte.

M. Barbet ne pense pas que cette cause d'erreur suffise à expliquer la freinte des rectifications. C'est donc une question qui peut encore être reprise expérimentalement.

Digitized by Google

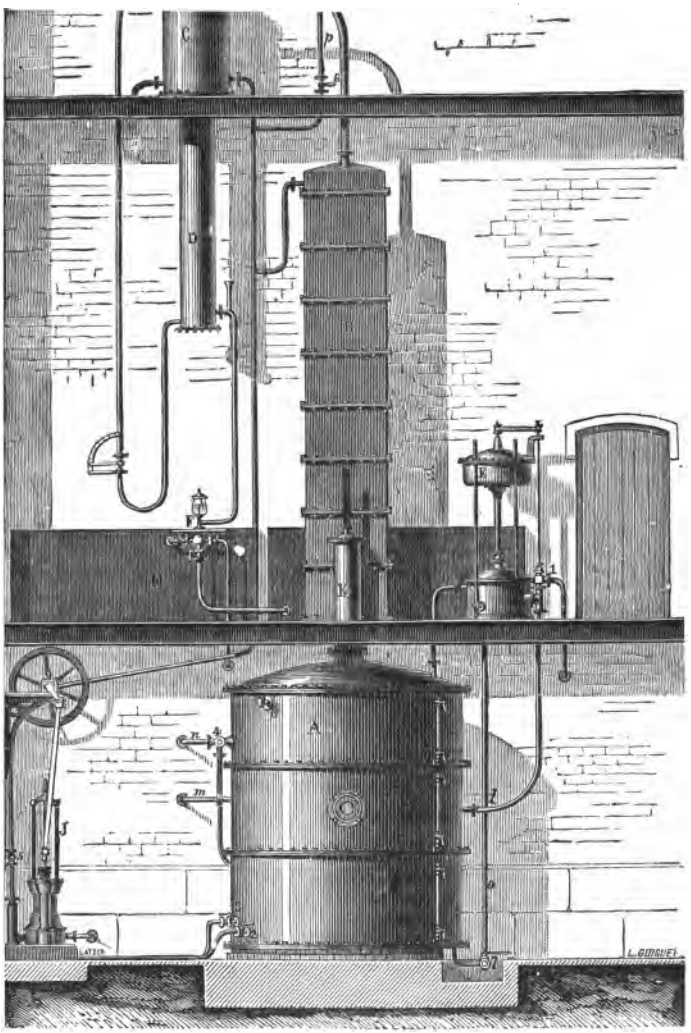


Fig. 122. — Rectificateur méthodique. Système Savalle.

Digitized by Google

Le type le plus achevé des rectificateurs discontinus est le rectificateur de Savalle, qui a servi de modèle à peu près à tous les constructeurs (fig. 122). Il est formé d'une colonne rectangulaire contenant 50 plateaux. Cette colonne surmonte une chaudière qu'on remplit de flegmes. On chauffe au moyen d'un serpentin; la distillation s'opère comme nous l'indiquons dans ce chapitre.

Article 3. — Rectification continue.

Nous venons de décrire un procédé de purification de l'alcool dans lequel on charge la chaudière, on distille, puis, quand la distillation est terminée, comme nous l'avons expliqué, on vide la chaudière, on la remplit avec des flegmes neufs et on recommence l'opération. C'est ce qu'on nomme la *rectification discontinue*.

On comprend que, dans ce mode opératoire, l'économie est sacrifiée ; la dépense de chaleur est très grande, puisqu'il faut arrêter l'opération et recommencer ensuite à chauffer.

Dans le but d'économiser de la main-d'œuvre, M. Barbet a eu l'idée d'opérer comme pour la préparation des flegmes, c'est-à-dire d'une façon continue. La question était difficile à résoudre, mais ce constructeur s'en est tiré avec beaucoup d'ingéniosité. L'expérience industrielle a apprécié sa méthode d'une façon favorable jusqu'à présent.

La rectification continué, telle que l'a fait M. Barbet, exige une opération préalable. Les flegmes sont d'abord débarrassés des éthers ou produits de têtes. Ces nouveaux flegmes sont envoyés alors au rectificateur continu qui a pour objet d'éliminer les produits de queue et de faire de l'alcool à 96°. La rectification continue se compose donc de deux opérations (fig. 123) :

1° *Épurateur d'éthers.* — Les flegmes à 40°-45° passent d'abord dans un récupérateur de chaleur R, puis de là ils se rendent dans l'épurateur A au plateau dit *d'alimentation*. Ils descendent peu à peu en s'épuisant en éthers, comme le vin dans la colonne. On règle pour cela l'arrivée de la vapeur, de façon à recueillir à l'éprouvette 2,3 ou 5 pour 100 de l'alcool des flegmes. Les éthers se trouvent complètement entraînés par cette quantité d'alcool.

Ces éthers marquent de 93° à 94° et très concentrés en éthers les moyens goûts sont supprimés.

Digitized by Google

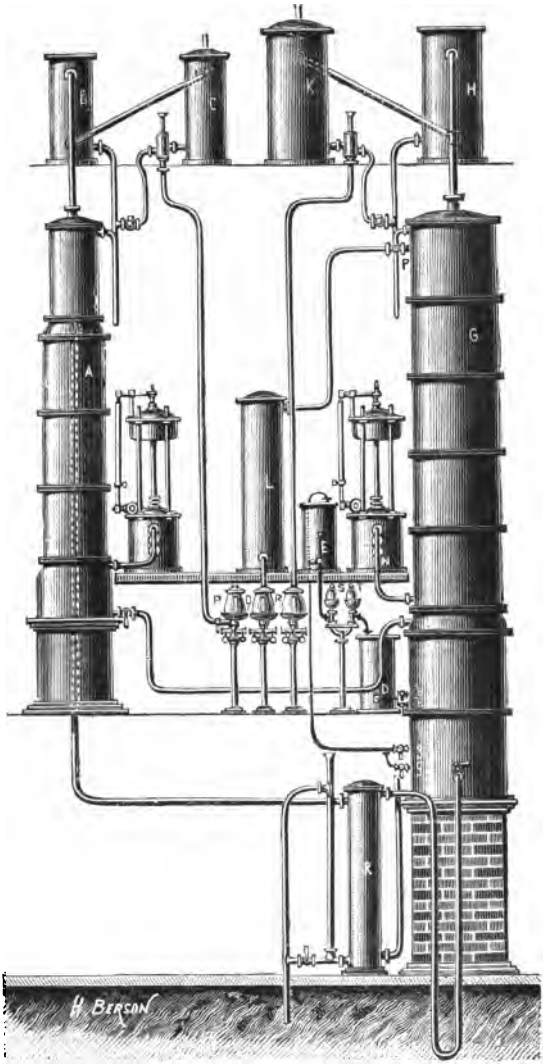


Fig. 123. — Rectificateur continu (E. Barbet).

Digitized by Google

2° *Rectification.* — Les flegmes contiennent alors, comme produit le plus volatil, l'alcool. La question est donc fort simplifiée. Il se rend alors à une nouvelle colonne où il est distillé comme dans la rectification ordinaire, mais la chaudière est supprimée et les plateaux la remplacent. On fait arriver les flegmes par le haut, absolument comme dans les colonnes, et le liquide sortira épuisé par le bas. Il distillera de l'alcool de cœur d'une façon continue si le flegme arrive continuellement.

Dans le rectificateur continu, les produits de queue montent continuellement sur les plateaux, car ils distillent avant l'eau quand ils sont hydratés. M. Duclaux a montré qu'un mélange à 5 pour 100 d'alcool butylique ou amylique avec l'eau distille plus vite de l'alcool éthylique. Il faudra donc aussi épuiser les huiles, puisqu'elles distilleront presque en même temps. L'eau qui s'écoulera au bas de l'appareil ne contiendra donc pas de produits de queue. Le fusel va donc, comme dans le discontinu, s'accumuler dans les plateaux inférieurs, et peu à peu l'alcool en contiendra lui-même.

Il suffit donc, pour éviter cet inconvénient, de pratiquer une issue à ces huiles sur les plateaux inférieurs et de les recueillir dans une éprouvette spéciale. Si l'épuisement est convenablement réglé, les huiles ne pourront pas s'accumuler dans la colonne. L'extraction des huiles se règle par l'examen de l'alcool qui coule à l'éprouvette. Plus on extraira d'huiles, plus on aura de l'alcool fin.

On règle l'extraction des éthers à 5 pour 100, celle des huiles à 2 ou 3 pour 100 de l'alcool à 100° introduit ; on retire donc 91 ou 92 pour 100 de bon goût.

C'est l'extraction des huiles qui sert de guide pour l'arrivée des flegmes, de façon à ce que l'arrivée des flegmes apporte autant d'alcool qu'il en distille. S'il arrivait trop de flegmes, la vinasse pourrait ne pas être épuisée. Les huiles sont refroidies en sortant de la colonne et coulent par une éprouvette. L'alcool qui a franchi tous les plateaux s'enrichit peu à peu et se purifie grâce à la rétrogradation du condenseur ; puis il se refroidit dans un serpentin et coule par une autre éprouvette.

Les vapeurs s'échappant de la vinasse se rendent à une troisième éprouvette qui doit toujours marquer 0° à l'alcoomètre.

Enfin les vinasses elles-mêmes s'échappent en traversant le récupérateur où s'échauffent les flegmes à leur arrivée.

Tel est le principe de la distillation continue. Il est certain

Digitized by Google

qu'elle réalise un progrès considérable sur la distillation discontinue, mais elle n'a pas encore dit son dernier mot probablement.

M. Barbet a déjà introduit un perfectionnement important que nous allons décrire.

Pasteurisation. — Appliquons les idées de M. Barbet sur la distillation comme résultat du barbotage des vapeurs à travers un liquide. Si l'alcool qui arrive au continu contient des éthers, ils vont se rendre à l'éprouvette d'alcool qui ne sera pas pur. L'alcool rétrogradé en contiendra aussi presque autant. Il revient sur les plateaux où il se trouve soumis à une vive ébullition, comme dans un alambic. Les produits les plus volatils se trouveront entraînés dans les premières vapeurs et le liquide du plateau n'en contiendra bientôt plus et sera beaucoup plus pur que celui de la rétrogadation ou de l'éprouvette. Il arrive, il est vrai, continuellement de nouvelles vapeurs d'éthers, et d'aldéhydes; mais à cause de la température du liquide, elles le traversent sans s'arrêter. Si donc on extrait cet alcool, il sera plus pur que celui de l'éprouvette, et le degré est presque le même à 0°,1 ou 0°,2 près. Quant à l'alcool amylique, il ne peut monter aussi haut, il reste sur les plateaux inférieurs. Dans une colonne de 34 plateaux l'alcool était prelevé sur le trente-deuxième plateau; il marquait 96°, et même plus. M. Barbet a nommé *alcool pasteurisé* cet alcool pour des raisons qui ne sont pas très claires, mais, à notre avis, comme un hommage au savant qui a tant fait progresser les industries de la fermentation. On refroidit l'alcool dans un serpentin et on le recueille à une éprouvette spéciale.

La pasteurisation a permis à M. Barbet de supprimer l'épurateur d'éther, c'est ce qu'il appelle la *rectification continue simplifiée* (fig. 123).

Les flegmes arrivent directement au continu en sortant du récupérateur; les éthers se rendent au sommet et s'écoulent par l'éprouvette par où sortait l'alcool dans la première opération. L'alcool pasteurisé ou pur, les huiles et les vapeurs de vinasses passent par les mêmes éprouvettes que tout à l'heure.

L'alcool pasteurisé essayé au permanganate est 60 fois plus pur que l'alcool de l'éprouvette de tête. A la dégustation, il conserve plus que l'alcool épuré l'odeur d'origine. Aussi la pasteurisation est recommandée pour les eaux-de-vie diverses. La

Digitized by Google

purification ne serait pas suffisante pour les alcools de betteraves ou de mélasses. Il faut dans ce cas faire la rectification continue complète, comme nous l'avons indiquée.

Article 4. — Colonnes à haut degré.

Nous avons vu que les colonnes donnent des flegmes à 45°-50°. D'autres systèmes peuvent fournir des flegmes à degré élevé. Ce sont de véritables rectificateurs continus. Seulement on ne sépare rien. Tout sort par la même éprouvette : éther, alcool et huiles. Aussi on n'obtient pas un degré aussi élevé que dans les rectificateurs. On ne peut dépasser 91° à 92°.

L'odeur des flegmes à haut degré a néanmoins une odeur moins forte que les flegmes à bas degré. M. Barbet pense que cela tient à ce que les acides gras se sont éthérifiés et ne sont plus libres; lorsqu'on les coupe pour la dégustation, l'odeur reparaît en grande partie.

Les colonnes à haut degré ne dépensent pas plus de vapeur que les colonnes à bas degré, souvent même elles en dépensent moins; les colonnes à haut degré peuvent être à chauffe-vin ou à récupérateur. Ces dernières sont les plus avantageuses. On pourrait faire le calcul comme nous l'avons fait pour les colonnes à bas degré : mais la récupération n'est pas toujours possible. Dans le cas des mélasses, comme les vinasses sont évaporées dans le four à potasse, la récupération est inutile, puisqu'il faudrait les réchauffer au four; mais partout où les vinasses ne sont pas employées chaudes, on peut se servir d'un récupérateur. Toutes les colonnes allemandes sont à haut degré; elles sont de trois types principaux :

1° Les colonnes sur le modèle des colonnes françaises avec plateaux à calotte;

2° Les colonnes disposées pour diviser le vin en pluie;

3° Les colonnes sans plateaux. Les flegmes coulent du haut en bas sur des cloisons spéciales. Ces dernières colonnes épuisent aussi bien que les autres, mais elles consomment une grande quantité de vapeur.

Digitized by Google

Article 5. — Distillation et rectification en une seule opération.

C'est encore à M. Barbet qu'est due cette innovation. L'appareil précédent permet d'extraire et de séparer d'une manière parfaite les éthers, l'alcool fin et les huiles. Il est évident que cette opération pourra se faire, quel que soit le degré du vin à rectifier ,que ce soit de l'alcool à 45° ou à 50°. Il faudra seulement régler l'alimentation suivant le degré d'alcool et approprier les diverses parties de l'appareil pour chaque cas particulier et suivant la pureté de l'alcool à obtenir.

M. Barbet distingue différents cas :

Le premier est celui d'une distillerie existant déjà où l'on voudrait éviter la double rectification, tout en obtenant un alcool de qualité supérieure.

Pour ce cas, M. Barbet supprime la colonne ordinaire et distille directement le vin dans un rectificateur continu à pasteurisation (fig. 124).

Les éthers se recueillent comme dans l'appareil précédent. Ainsi que l'alcool pasteurisé, les huiles doivent se recueillir, non pas à l'entrée de l'alimentation, mais au bas des premiers plateaux rectificateurs.

En somme, c'est une colonne à haut degré avec séparation des éléments.

L'alcool pasteurisé conserve toujours l'odeur de son origine ; ce qui n'est, du reste, pas un inconvénient pour les distillations d'eaux-de-vie de fruits, au contraire.

Mais pour la distillation ordinaire, il est nécessaire de repasser l'alcool pasteurisé, soit au charbon, soit à l'épurateur continu d'éthers, soit aux rectificateurs ordinaires ; du reste, il n'y aura, dans cette dernière opération presque plus, de mauvais goût.

Les huiles seront d'un degré faible (40° à 60°). Il faudra aussi les repasser dans une petite colonne pour les concentrer.

Les éthers sont aussi insuffisamment concentrés ; on les concentre en les faisant passer dans un petit tronçon de colonne placé sous le réfrigérant. C'est là que se réunissent les produits de tête.

Deuxième cas. — Le deuxième cas qu'envisage M. Barbet est celui d'une usine à construire ; par exemple, une distillerie de betteraves travaillant trois mois par an.

Digitized by Google

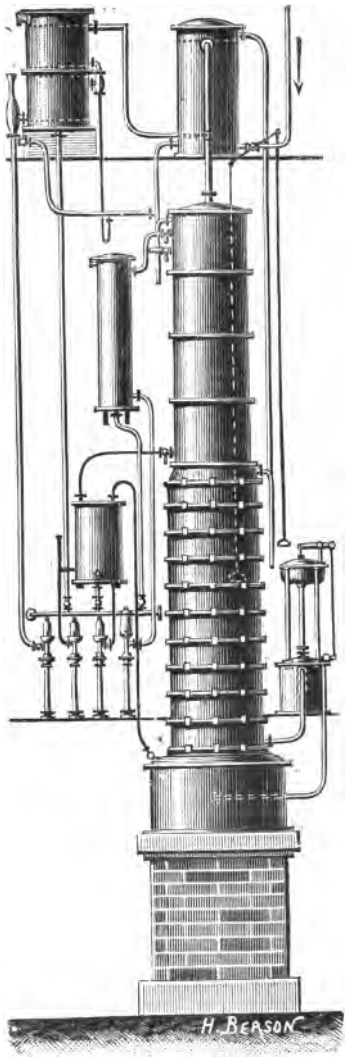


Fig. 124. — Colonne rectificatrice simple (E. Barbet).

Digitized by Google

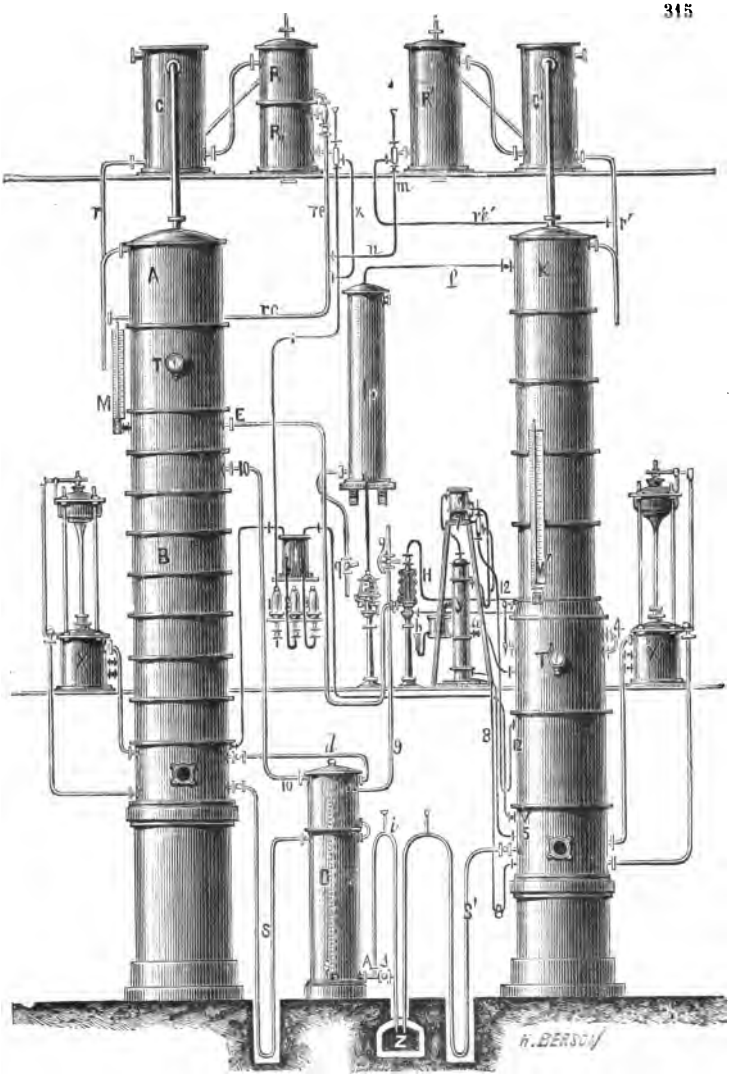


Fig. 125. — Colonne rectificatrice jumelle. (Système Barbet).

Digitized by Google

Il suffit dans ce cas de faire des alcools courants, et non une haute marque.

Pour éviter l'odeur d'origine, il faut faire une distillation à bas degré, le seul moyen d'éliminer ces odeurs, au moyen de deux colonnes jumelles (fig. 125) faisant, l'une l'épuration des éthers, la deuxième la rectification continue proprement dite. Elles diffèrent des doubles colonnes allemandes ou anglaises en ce que la première colonne élimine les éthers (elle a, dans ce but, quelques plateaux rectificateurs), et, c'est un alcool épuré d'éthers et bouillant qui passe dans la seconde colonne.

Il sort de la première colonne en E, puis traverse l'éprouvette H et se rend dans la deuxième colonne où se fait la rectification proprement dite; les huiles de fusel extraites reviennent se concentrer dans la petite colonne de concentration *y* qui renvoie dans la deuxième colonne l'alcool éthylique.

Le flegme passe de la première colonne dans la deuxième à l'état liquide, et non en vapeurs comme dans les colonnes allemandes. Elle donne également de l'alcool pasteurisé à 95 et 98 pour 100.

Troisième cas. — Pour les usines à liqueurs qui veulent conserver les parfums d'origine, nous avons signalé cet appareil pour les eaux-de-vie et nous le représentons figure 133.

Quatrième cas. — Enfin les usines qui veulent faire des alcools de haute marque.

Dans ce cas, il faut faire usage des charbons de bois pour purifier les flegmes pasteurisés à 96° ramenés au degré habituel et repasser dans le rectificateur continu complet.

Les éthers et les huiles sont éliminés auparavant dans une colonne rectificatrice avec concentration des huiles et des éthers.

Article 6. — Distillation dans le vide.

Nous venons d'étudier la distillation des flegmes sous la pression atmosphérique et même sous une pression un peu supérieure, et nous avons constaté qu'il était difficile de séparer les uns des autres les divers éléments dont se composent les flegmes.

Mais on peut se demander si la distillation dans le vide ou sous pression réduite ne modifierait pas les lois de la distillation de ces matières.

Digitized by Google

Les appareils à distiller dans le vide sont des appareils évaporatoires et non distillatoires. Ils sont employés pour évaporer les extraits en pharmacie, mais non pour étudier et purifier la nature du produit distillé.

Mais dans les laboratoires on emploie pour les distillations fractionnées des appareils dans lesquels on fait le vide; on a donc pu étudier les lois.

Les tensions de vapeurs ne sont pas les mêmes à toutes les pressions, et les rapports de ces tensions varient parce que la température d'ébullition s'abaisse.

Voici, par exemple, les tensions des vapeurs de l'alcool et de l'éther et leur rapport à des températures diverses :

à 34°,5 la tension de l'alcool est	103m;	celle de l'éther 760m;	le rapport est 0,103
0°	12,5	182	0,058
10°	6,4	113,5	0,056

Il passera donc d'autant moins d'alcool dans la distillation d'un mélange d'alcool et d'éther que la température d'ébullition sera plus basse. Or on abaisse le point d'ébullition en diminuant la pression.

Le point d'ébullition tombe de 100° à 80°, quand la pression s'abaisse à 10 ou 15 millimètres. Si on trace la courbe de chute, on voit le point d'ébullition s'abaisser rapidement; puis, à mesure qu'elle se rapproche de l'axe des x, elle s'infléchit et tend à devenir parallèle ou tangente à l'axe. C'est grâce à l'emploi de la distillation dans le vide que M. Le Bel a pu séparer l'alcool amylique actif de l'alcool brut de pommes de terre.

M. Pictet, qui a étudié l'action du froid d'une façon très remarquable, a essayé l'emploi du froid et du vide pour purifier l'alcool.

Les tensions des vapeurs n'ont pas les mêmes rapports aux aux diverses températures; ainsi à 100° la vapeur d'alcool a une tension double de celle de l'eau; elle devient six fois plus grande à 0°. Si donc on pouvait distiller l'alcool à 0°, ou plus bas, on l'aurait plus pur.

M. Pictet opère dans un rectificateur à plateaux dans lequel il fait le vide, en même temps que de l'acide sulfureux liquide circule dans deux réfrigérants tubulaires et maintient une température de 20° à 40°. Il obtient ainsi, paraît-il, du premier coup un alcool bon goût.

Seulement la distillation dans le vide est très irrégulière et

Digitized by Google

se fait par soubresauts. On y obvie en faisant passer à travers le liquide un courant d'air ou d'acide carbonique très lent par un tube effilé.

Mais il est très difficile aussi de faire usage du déphlegmateur à cause de l'irrégularité de l'ébullition.

Dans l'appareil Le Bel et Henninger, on peut réussir, mais la construction des plateaux dans ce cas est très difficile. Il faut les faire en fils métalliques très grossiers pour opposer la moindre résistance possible; on peut même les supprimer. Voici quelques règles formulées par MM. Le Bel et Henninger pour la distillation fractionnée dans le vide.

Pour les liquides bouillants jusqu'à 120°, une colonne de 15 à 20 plateaux sera indiquée. Il faut avoir soin de ne pas cacher le tube à reflux le plus bas qui permet de surveiller l'ébullition, laquelle est quelquefois très tumultueuse.

Éviter les courants d'air et faire une ébullition très régulière, ne pas distiller trop vite; faire usage, si c'est possible, d'appareils en métal qui donnent plus de sécurité et permettent de distiller jusqu'au bout.

Article 7. — Appareils pour la purification de l'alcool.

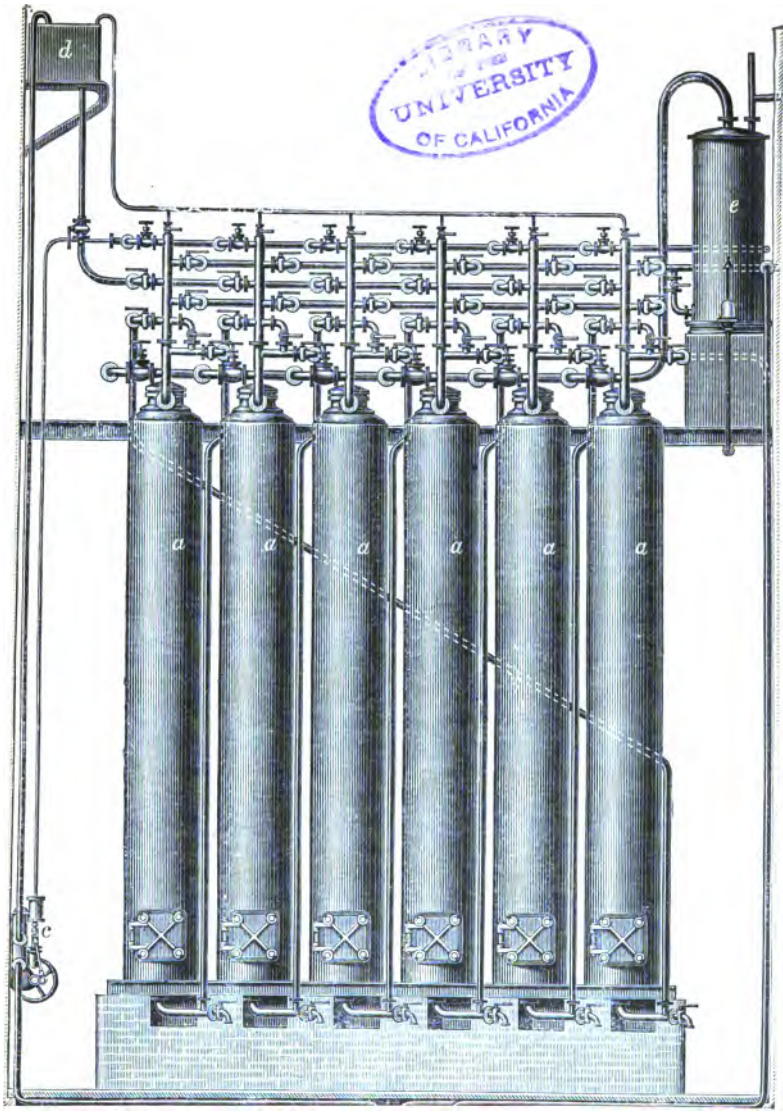
Le principal appareil de purification de l'alcool est, comme nous l'avons dit, le rectificateur. Mais on fait souvent usage de la filtration sur le charbon de bois. Cette opération se fait avec l'alcool très étendu (47° à 50°), pour diminuer la solubilité des huiles. Le charbon les enlève à l'alcool. En même temps il se produit une oxydation de certains principes.

Cette opération se fait dans de grands cylindres de 0 m. 80 de diamètre et 6 mètres de hauteur.

Ces cylindres sont disposés en batterie (fig. 126), de façon que l'alcool passe successivement dans tous les cylindres. On les renouvelle successivement, à mesure qu'ils sont saturés. Le dernier qui contient du charbon neuf doit être traversé le dernier par l'alcool qui a passé sur tous les autres. Il en résulte une disposition de tuyauterie et de robinet qui permet de régler l'ordre de passage de l'alcool dans les filtres, le premier devant être celui qui contient le plus ancien charbon et le dernier le charbon neuf.

Pour le mettre en marche, on fait d'abord, pour chasser l'air,

Digitized by Google



LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Fig. 126. — Installation à filtrer les flegmes au moyen du charbon de bois (P. Kyll).

Digitized by Google

arriver de la vapeur d'eau jusqu'à ce que le filtre soit bien chaud et que la vapeur ne se condense plus ; puis on fait arriver l'alcool qui condense la vapeur et remplit les vides à sa place. Quand l'alcool n'a plus la finesse du début, on le fait passer sur un dernier filtre neuf puis, on l'envoie dans un réservoir.

Le charbon a conservé de l'alcool ; pour le retirer des filtres usés, on envoie un jet de vapeur dans le filtre qu'on met en communication avec un condenseur. On obtient un alcool laiteux qu'on laisse se clarifier et qu'on réunit aux flegmes.

Pour la finesse du charbon, il n'y a pas de règles précises. En général, on emploie un mélange contenant 2/3 environ de morceaux gros comme une noix et le reste de poussier ou de petit grain. D'après Giesberg, il faut environ 100 kilogrammes de charbon par 27 hect. 5 de flegmes. Le charbon fin produit une purification plus grande, mais la filtration est plus lente.

Quand le charbon a servi et est chargé d'impureté, il est nécessaire de le revivifier. On opère en injectant un courant de vapeur surchauffée ou en le chauffant à 500° ou 600° en vase clos. On peut également l'employer comme combustible.

Dans une batterie Kyll de 6 filtres, on peut filtrer 3.000 litres de flegmes par vingt-quatre heures. La revivification a lieu dans un four.

Les filtres Venuleth (fig. 127), Paucksch (fig. 128), Savalle (fig. 129), ont une disposition analogue.

MM. Colette et Barbet emploient le charbon fin ; ils commencent par éliminer dans la colonne rectificatrice à pasteurisation (voir fig. 124) les éthers et les queues presque en totalité. Le flegme pasteurisé obtenu n'a plus que les goûts d'origine. Le charbon se souille beaucoup moins, puisque le fusel est enlevé ; aussi il suffit de 2 kg. 5 à 2 kilogrammes par hectolitre de flegmes pasteurisés comptés à 100°. On introduit l'eau et le charbon alternativement dans deux bacs qui peuvent contenir la production d'une journée. On fait ensuite arriver l'alcool coulant de la colonne rectificatrice jusqu'à ce qu'on ait obtenu 35° à 40° au plus. On agite continuellement. On laisse en contact pendant douze heures, puis on filtre dans un filtre clos qui peut contenir tout le charbon, on le lave ensuite à l'eau. Cette eau sert dans l'opération suivante pour étendre l'alcool.

Il n'est pas nécessaire de revivifier le charbon ; mais, comme il est plus actif après cette opération, on peut le distiller à la va-

Digitized by Google

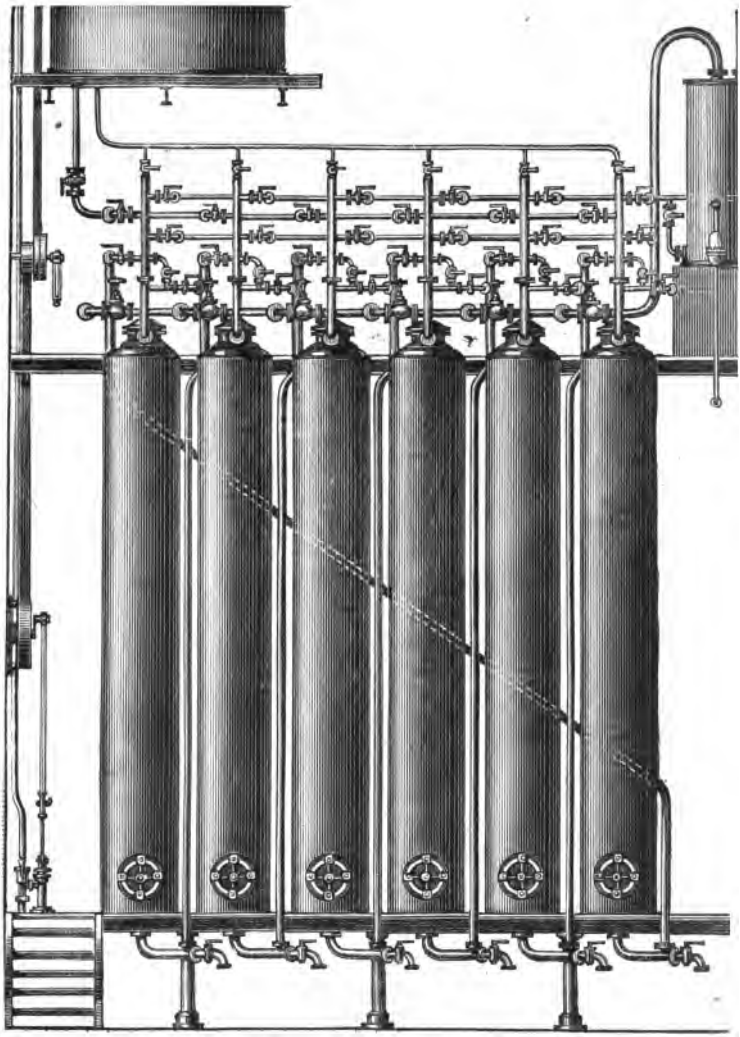


Fig. 127. — Filtres à charbon (Venuleth et Ellenberger)

Digitized by Google

peur dans un monte-jus, puis le calciner dans des pots en grès dans un four spécial inventé par M. Collette.

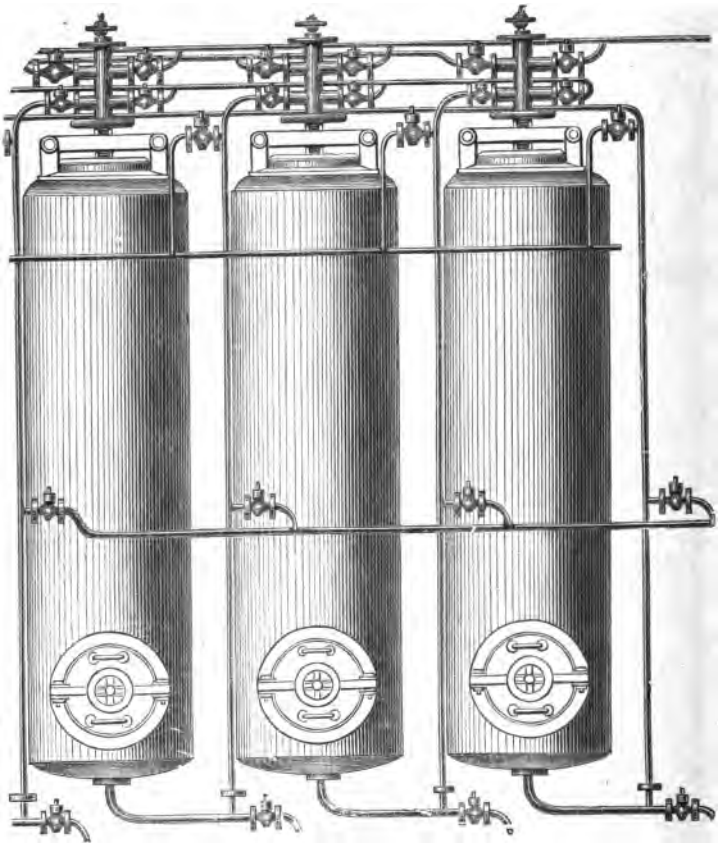


Fig. 128. — Batteries de filtres pour l'épuration des flegmes (H. Paucksch).

L'alcool sortant des filtres à charbon est neutralisé et envoyé au rectificateur où s'achève la purification.

Digitized by Google

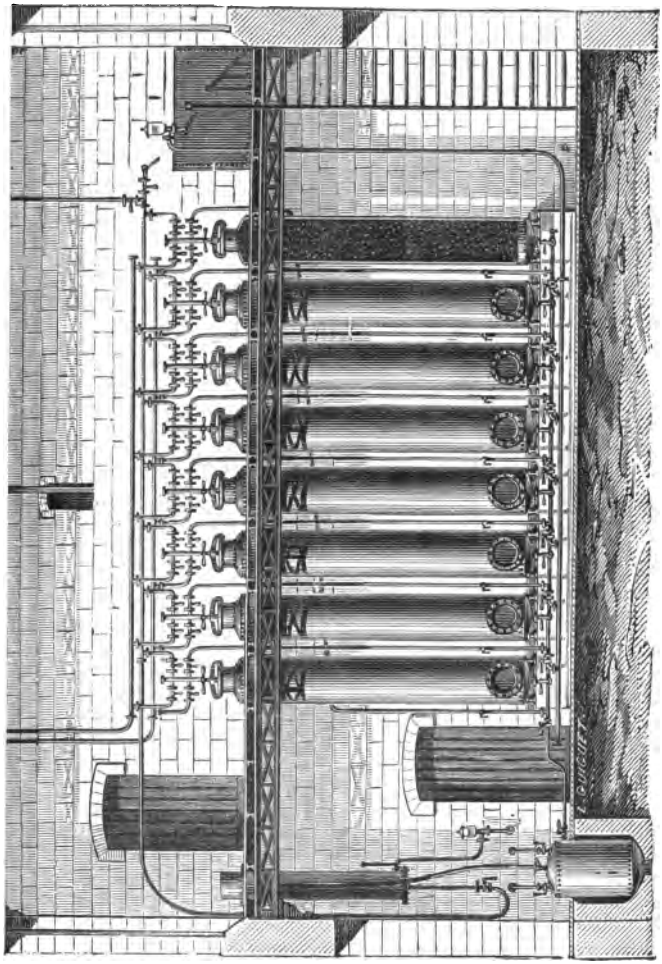


Fig. 129. — Filtres à charbon (A. Savalle).

Digitized by Google

Outre le rectificateur Savalle figure 122 qui est en France le plus employé, on peut signaler quelques appareils français et étrangers.

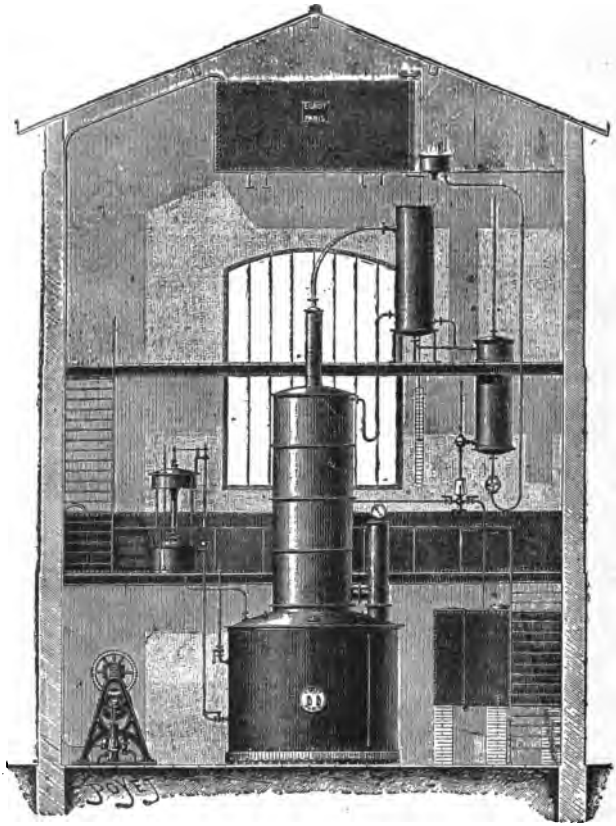


Fig. 130. — Appareil à rectifier nouveau modèle système Egrot.

La rectification est d'autant plus parfaite que la distillation a été plus lente et plus régulière.

Le rectificateur Egrot (fig. 130), par suite de dispositions par-

Digitized by Google

ticulières, fournit plus d'alcool neutre. Il se compose d'une chaudière rectangulaire chauffée par un serpentin horizontal. La colonne est réduite à une faible hauteur à cause de la disposi-

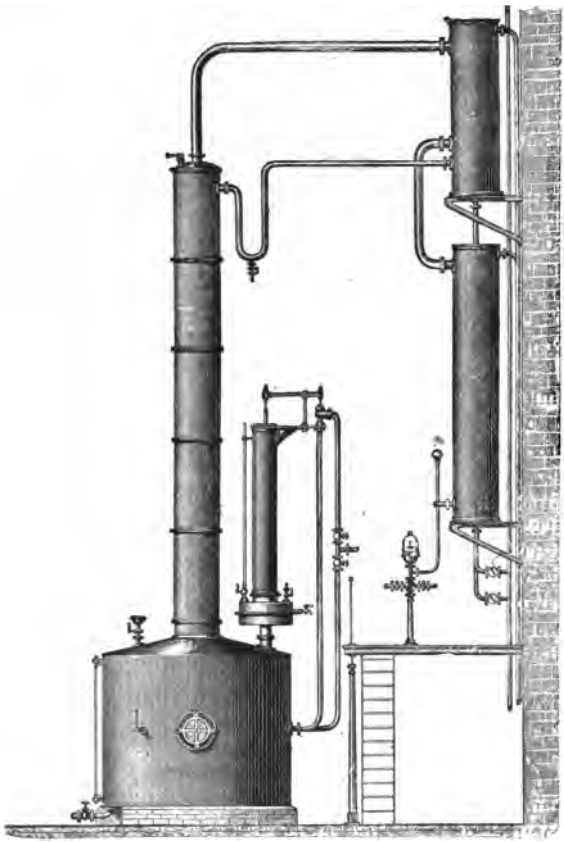


Fig. 131. — Appareil de rectification (Venuleth et Ellenberger).

tion du plateau. Le condenseur est tubulaire et l'alcool non condensé se rend au réfrigérant.

Le rectificateur Venuleth (fig. 131) est à 40 plateaux et d'une marche très régulière.

Digitized by Google

La figure 132 représente le rectificateur spécial de la maison Warein et Defrance associé à la colonne Collette que nous avons décrite figure 117.

Le plus grand progrès, le seul progrès de principe qui ait été fait en distillerie est dû à M. Barbet, qui a imaginé et surtout réalisé, comme nous l'avons dit, la rectification continue et la distillation et la rectification en une seule opération.

Nous avons décrit déjà ses appareils. Bornons-nous à rapporter les derniers perfectionnements que cet habile ingénieur a réalisés.

Le *rectificateur continu* est formé de deux appareils, continus tous les deux, séparant l'un les produits de tête, l'autre les produits de queue (fig. 130 et 131).

La *colonne rectificatrice simple* donne de suite un flegme à haut degré pasteurisé purifié par l'extraction continue des impuretés de tête et de queue; c'est cet alcool qu'on traite au charbon de bois comme nous l'avons indiqué. En le rectifiant de nouveau, on obtient un alcool de haute marque de la manière la plus économique.

Les huiles et les éthers peuvent être rectifiés dans une petite colonne rectificatrice.

La *colonne jumelle*, que nous avons décrite antérieurement, produit en une seule opération l'alcool rectifié de qualité supérieure.

Tous ces appareils peuvent être appliqués à la fabrication des eaux-de-vie, rhums, tafias (fig. 133), auxquels ils laissent leur odeur d'origine, tout en les privant des huiles, des éthers et des autres produits dangereux.

M. Barbet a fait la synthèse de ces appareils dans un rectificateur réduit pour laboratoire (fig. 134) avec lequel on peut produire de l'alcool à 94°,7 comme dans les grands appareils de l'industrie.

Cet appareil diffère des appareils ordinaires par le nombre des plateaux et leur forme. On peut en mettre 45 dans un appareil atteignant à 1m,55 au-dessus du sol. C'est un appareil discontinu, comme doit l'être tout appareil de laboratoire. Il est formé d'une chaudière surmonté d'un chapiteau relié à la colonne par un joint conique. Au-dessus se place la colonne formée par une série de plateaux identiques très ingénieux superposés en les tournant chaque fois d'un demi-tour; puis tous sont soudés à l'étain et forment un seul bloc. Au-dessus se trouve le conden-

Digitized by Google

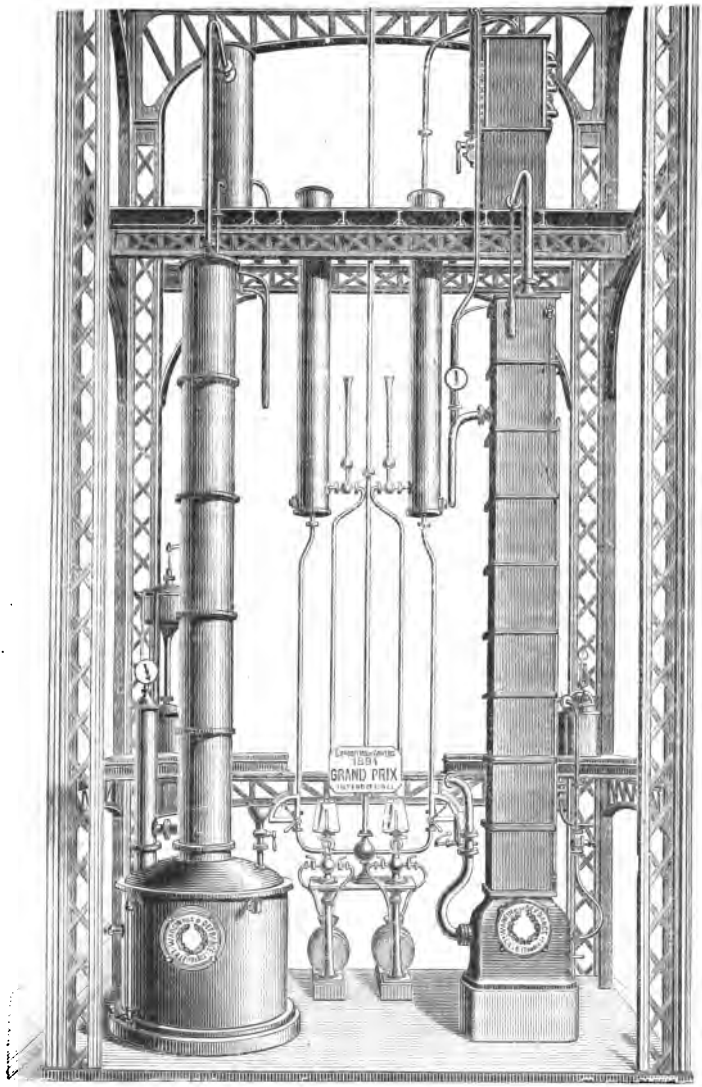


Fig. 132. — Ensemble d'appareils pour une petite installation de distillerie (Warein fils et Defranco).

Digitized by Google

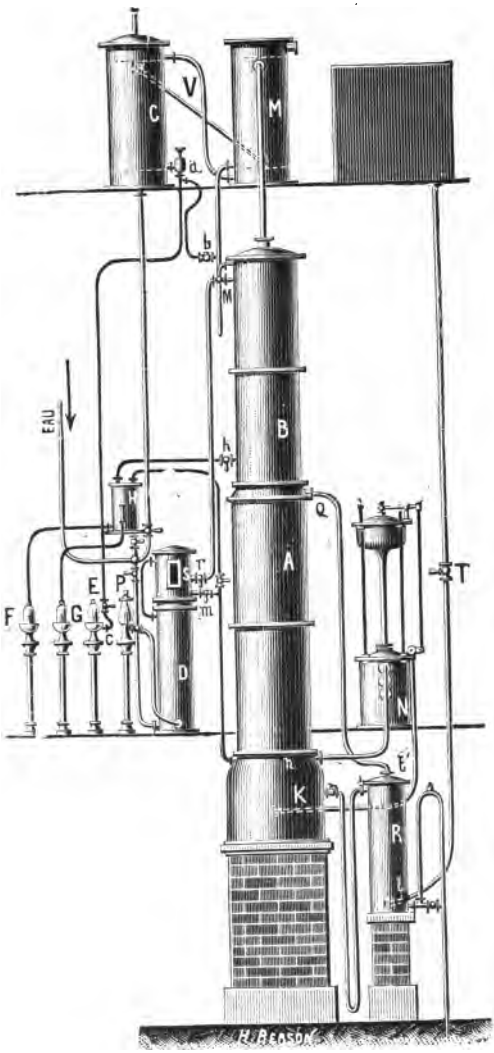


Fig. 133. — Colonne à pasteurisation pour eaux-de-vie et rhums (E. Barbet.)

Digitized by Google

seur tubulaire, et la vapeur d'alcool se rend ensuite au réfrigérant ; de là l'alcool coule à travers une bouteille en verre qui permet de surveiller et de régler la rapidité du coulage, puis

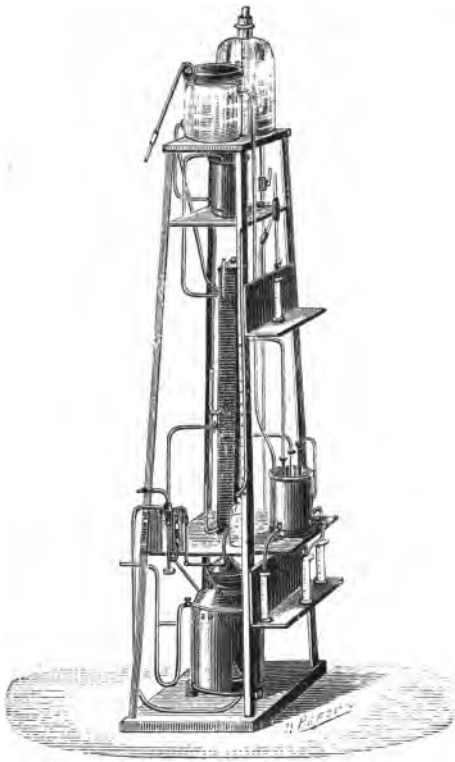


Fig. 134.— Rectification de l'alcool en laboratoire.

dans une éprouvette graduée munie d'un trop-plein qui ramène à la colonne l'alcool en excès.

La chaudière est chauffée par un simple bec Bunsen réglé par un régulateur à mercure.

Le vin froid pénètre dans un serpentin qui traverse la chau-

Digitized by Google

dière ; il s'échauffe et arrive bouillant aux plateaux d'alimentation, ce qui permet de faire de l'alimentation continue, si l'on veut.

Enfin des dispositions spéciales très ingénieuses permettent de retirer l'alcool pasteurisé, les huiles, aussi facilement que dans les appareils industriels et au même degré.

Cet instrument, à cause de la similitude de ses résultats avec ceux de la pratique industrielle, permet de faire en laboratoire des expériences qui sont immédiatement prêtes à être transportées dans la grande fabrication.

La dépense de chauffage est presque nulle, de sorte qu'on peut faire la distillation des résidus de laboratoire.

Article 8. — Accidents de la distillation.

La conduite des appareils distillatoires nécessite certaines précautions.

D'après les conditions de construction de l'appareil, il est destiné à un liquide d'une concentration donnée ; il ne faut distiller dans cet appareil que des liquides de ce degré alcoolique.

La condensation des vapeurs serait défectueuse.

Il est inutile d'insister sur le danger des fuites d'alcool par les joints, les soudures, etc.; le remède est tout indiqué.

Lorsqu'on distille trop rapidement, les vinasses peuvent ne pas être épuisées complètement ; il faut les essayer de temps en temps pour s'assurer qu'elles ne renferment pas d'alcool.

Outre l'essai du laboratoire, on peut faire un essai sur l'appareil même. Pour cela, on pratique au dernier plateau de la colonne un tuyau à robinet terminé par un serpentin refroidi ; le liquide qui s'écoule doit marquer 0° à l'alcoomètre si la vinasse est complètement épuisée. Ce procédé est insuffisant, mais peut toujours être consulté à titre de renseignement.

L'alcool qui distille au haut de la colonne peut être insuffisamment condensé par les réfrigérants, soit parce que l'eau est trop peu abondante, soit parce que l'alcool arrive en trop grande quantité. Il suffit d'augmenter l'arrivée de l'eau dans le premier cas et de régler le régulateur de vapeur dans le second.

Lorsque les vapeurs alcooliques se condensent trop vite, il peut se faire un vide partiel entre le plateau, ce qui peut produire

Digitized by Google

un aplatissement de la colonne. On évite ce danger en fixant sur la chaudière un *reniflard*, soupape qui s'ouvre de dehors en dedans et permet l'entrée de l'air. Il faut enfin, dans les distilleries, prendre les plus grandes précautions contre les chances d'incendie.

QUATRIÈME PARTIE.

FABRICATION DE L'ALCOOL SANS FERMENTATION.

Dans tous les procédés précédemment étudiés, l'alcool a été préparé par fermentation d'une matière sucrée. Cette matière a toujours été, soit obtenue par les matières amylacées, soit extraite des plantes saccharigènes ou de leurs résidus. On parle depuis quelque temps de la découverte d'un chimiste italien, M. Pelegrini, qui aurait trouvé le moyen combiner l'éthylène et l'eau avec l'acide carbonique sous l'influence de la pierre ponce platinée, il y aurait bien une synthèse véritable du sucre qui, mis en fermentation, fournirait un alcool de fabrication artificielle:

$$4C^2H^4 + 4CO^2 + 3H^2O = C^{12}H^{22}O^{11}$$

Seulement la préparation du sucre par ce procédé n'est pas encore absolument démontrée.

Mais on peut faire de l'alcool plus synthétique encore. En s'appuyant sur la réaction étudiée par M. Berthelot, un industriel monta une usine pour la fabrication de l'alcool synthétique, mais la fabrication ne put pas obtenir de l'alcool à un prix commercial, ce qui n'est pas étonnant, étant donnée la petite quantité d'éthylène que contient le gaz d'éclairage.

On pourrait également produire l'alcool au moyen de l'hydrure d'éthyle ou d'éthylène; ce gaz peut s'obtenir facilement,

Digitized by Google

comme nous l'avons dit, d'après les expériences de M. Bourgoin, en électrolisant les acétates alcalins en solution alcaline. Ce gaz traité par le brôme et un alcali aurait donné de l'alcool.

Enfin la découverte récente par M. Moissan d'un procédé pour la fabrication du carbure de calcium (C^2Ca) à l'état de pureté, carbure qui sous l'action de l'eau donne de l'acétylène pur, permettrait aussi de faire l'alcool :

$$C^2Ca + H^2O = C^2H^2 + CaO$$

On peut employer pour cela plusieurs procédés:

1° Le procédé de M. Berthelot en combinant l'acétylène avec l'hydrogène naissant.

2° En traitant l'acétylène par l'oxyde de chrome ammoniacal, on obtient un peroxyde et de l'éthylène.

Le peroxyde est ramené à l'état de protoxyde par l'hydrogène naissant.

3° On peut employer encore le procédé de Caro; il transforme l'acétylène en biiodure d'éthylène par l'acide iodhydrique (CH^2,CHI^2). Cet iodure bout à 175° et se transforme en alcool en le chauffant avec dix ou quinze fois son poids d'eau, de l'oxyde de zinc et du zinc. On opère sous pression à 150°.

On distille après refroidissement; on a de l'alcool pur :

$$2(CH^3CHI^2) + 2Zn + 2H^2O = 2C^2H^6O + 2ZnI^2.$$

Ce procédé est encore trop cher. On cherche à remplacer l'acide iodhydrique par l'acide chlorhydrique. On aurait le chlorure d'éthylène qui, chauffé avec le fer, donnerait de l'alcool (1).

(1) *Revue de chimie industrielle*, 1895.

Digitized by Google

LIVRE V.

APPLICATIONS.

PREMIÈRE PARTIE.

EMPLOIS DE LA LEVURE.

CHAPITRE PREMIER.

GÉNÉRALITÉS.

La levure pressée a remplacé peu à peu la levure de bière dans ses principaux emplois, c'est-à-dire dans la distillerie, la boulangerie, la patisserie, la fabrication des boissons.

L'inconvénient de la levure de bière est surtout sa saveur due au houblon, saveur dont il est difficile de la débarrasser sans la tuer en partie, et aussi les moisissures qu'elle contient souvent, sa forme liquide qui en rend le transport dispendieux; enfin l'emploi, en brasserie, de certains succédanés toxiques du houblon pouvait faire craindre que l'emploi de la levure de bière fût dangereux.

En distillerie, on emploie la levure pour faire fermenter les moûts; nous avons signalé ces applications dans le cours de ce volume. Il n'y a pas lieu d'y revenir.

Dans la fabrication des boissons fermentées, l'emploi est le même. Elle sert à mettre en fermentation ces boissons qui souvent ne fermenteraient pas bien elles-mêmes. Les boissons de ménage sont faites souvent avec des fruits conservés, quelquefois même séchés au four, souvent cueillis depuis longtemps, et dont la surface, au lieu de contenir un ferment jeune et vigou-

Digitized by Google

reux, pourrait n'avoir que des ferments vieux, usés, et accompagnés de ferments de moisissures. La fermentation pourrait donc se faire très mal et donner un produit défectueux.

L'addition d'une quantité convenable de bonne levure détermine, au contraire, une fermentation vigoureuse et ne permet pas aux ferments secondaires de se développer.

A la vérité, pour ces usages, une levure de vins ou de fruits serait préférable et donnerait une boisson d'un goût plus agréable; mais dans ces boissons souvent le parfum des produits employés est la chose dominante au point de vue de la saveur et de l'odeur.

La fabrication des levures pures, à laquelle se livre depuis quelques années M. Jacquemin, a donné une direction nouvelle à ce côté de la question : l'emploi des levures pour le développement et la régularisation des fermentations naturelles. Nous allons donner quelques exemples empruntés aux travaux de M. Jacquemin.

CHAPITRE II.

EMPLOI DES LEVURES PURES POUR LA FERMENTATION DU VIN.

Les levures pures s'expédient en bonbonne à l'état liquide.

Au moment de l'emploi, on agite la bonbonne pour mettre en suspension le ferment qui s'est déposé au fond du liquide nourricier qui le contient.

La levure est employée immédiatement après le foulage du raisin, afin que les ferments du raisin n'aient pas le temps de se développer.

Dans les régions tempérées, on peut verser la levure directement dans la vendange en ayant soin de la distribuer par couches en même temps que le raisin.

Un litre de levure suffit pour 8 à 10 hectolitres de vendange. Dans le midi de la France surtout, et toutes les fois que la température dépasse 20°, il faut de préférence opérer de la manière suivante : On prépare un levain quarante-huit heures avant. On

Digitized by Google

écrase pour 1 kilogramme de levure 20 à 25 kilogrammes de raisin lavés et écrasés aussitôt. On en sépare la grappe et les pellicules avec un crible et, dans un fût, on le mélange aussitôt avec la levure. La fermentation s'établit vigoureusement et, après quarante à cinquante heures, on s'en sert pour mettre en fermentation la vendange. En opérant ainsi, il suffit d'un kilogramme de levure pour 15 à 25 hectolitres de vendange; mais plus il y aura de levure, mieux la fermentation se fera. M. Jacquemin recommande de préférence 1 litre de levure pure pour 2 à 6 hectolitres de vendange.

Un tiers du levain est distribué sur les vases qui servent au transport et au foulage du raisin; le reste est employé comme suit : un sixième au fond de la cuve, et le reste est réparti à mesure du remplissage; la dernière partie au-dessus de la cuve.

Le meilleur moyen de distribuer la levure est l'emploi d'un pulvérisateur bien nettoyé.

En Algérie, il y a lieu de prendre plus de précaution encore à cause de la chaleur; il faut faire le levain avec 1 litre de jus de raisin chauffé à 90°, auquel on ajoute 1 litre d'eau pure et fraîche. Quand la température est descendue à 35° ou 40°, on ajoute 1 litre de levure et, après trente ou quarante heures, on se sert de ces trois litres de levain pour faire un second levain avec 20 litres de raisins exprimés à l'instant même. Ce nouveau levain est prêt à être employé vingt-quatre heures après. Ces 23 litres de levain peuvent ensemencer 20 à 30 hectolitres de vendange.

Pour les vins blancs, on opère de même; mais s'il est préparé avec des raisins rouges, comme on décolore le moût a l'acide sulfureux, il faudra l'employer avec la plus grande précaution, car, employé en excès, il arrêterait la fermentation.

CHAPITRE III.

EMPLOI DES LEVURES PURES POUR LA FERMENTATION DU CIDRE OU DU POIRÉ

Pour le cidre, on emploie une levure spéciale cultivée, qui provient de la vallée d'Auge; elle doit être employée, comme

Digitized by Google

pour le vin, à mesure du broyage des pommes. On peut opérer également, soit par ensemencement direct, soit par levain.

Ces levures sont employées avantageusement pour la mise en fermentation de toutes les boissons à ferments naturels; elles permettent de changer le bouquet de ces boissons. Si, par exemple, on met un raisin commun sans bouquet prononcé en fermentation avec une levure de médoc, on aura un vin à parfum de médoc.

M. Jacquemin a donné la formule d'une bière préparée avec du malt et de la levure de vin. Cette bière a le goût du vin. M. Jacquemin l'appelle *vin d'orge*.

CHAPITRE IV.

EMPLOI DE LA LEVURE DE VIN POUR LA FERMENTATION.

Vin d'orge. — M. Jacquemin le prépare en faisant agir la levure de vin sur du moût de malt d'orge additionné de tartre; il a obtenu une bière ayant un goût vineux et la composition suivante :

Extrait sec par litre	60,2
Cendres	3,00
Degré alcoolique 6° G.-L.	4,80
Sucre réducteur	1,00
Dextrine	3,00
Matières albuminoïdes	1,28
Glycérine	0,20
Acide succinique	0,04
Acide acétique	0,02
Bitartrate de potasse	0,25
Matières insolubles de l'orge	0,23
Eau	89,19
	100,00

Préparation de l'hydromel. — Cette boisson, une des plus anciennes du peuple de la Gaule, est du miel fermenté. Voici le procédé habituel de préparation :

Digitized by Google

Miel	15 kilos
Crème de tartre	500 gr.
Fleurs de sureau	500 —
Levure de bière sèche	500 —
Eau bouillante	100 litres

On fait infuser d'abord la fleur de sureau dans l'eau bouillante, puis on y ajoute la crème de tartre avec 20 à 30 grammes d'acide borique pour la rendre plus soluble. Quand la température est descendue à 30°, on y ajoute le miel et la levure et on maintient dans un lieu dont la température est d'environ 25°.

On peut, au lieu de sureau, mettre d'autres aromates.

En Pologne, on fait macérer plusieurs jours des fruits dans de l'eau, puis on y ajoute le miel et un morceau de pain trempé dans la lie de bière. On laisse fermenter un mois ou deux dans des tonneaux et on met en bouteilles.

La fermentation du miel est quelquefois difficile à cause de sa pauvreté en matières nutritives. On la facilite en y ajoutant un peu d'une solution nutritive, par exemple 5 à 7 grammes du mélange suivant par litre :

Phosphate d'ammoniaque biborique	100
Tartrate neutre d'ammoniaque	350
Bitartrate de potasse	600
Magnésie	20
Sulfate de chaux	50
Chlorure de sodium	3
Soufre	1
Acide tartrique	250

On peut faire cette fermentation avec la levure pure, comme pour le vin d'orge.

Boisson canadienne. Bière of spruce. — Cette bière mousseuse se prépare de la manière suivante :

On ajoute à 68 litres d'eau bouillante 5 à 6 kilogrammes de mélasse et 400 à 450 grammes d'extrait de sapin spruce (*Spinus Canadensis*); on laisse refroidir, et on y ajoute, quand il est encore un peu chaud, un demi-litre de levure; on laisse fermenter en enlevant la levure qui se forme. Au bout de deux jours la fermentation se calme, on met en bouteilles et, au bout de deux ou trois jours, on peut la boire.

Le sucre remplace avantageusement la mélasse, et l'eau peut être remplacée par un moût de malt pâle.

Digitized by Google

CHAPITRE V.

EMPLOI DE LA LEVURE DANS LA BOULANGERIE ET LA PATISSERIE.

Dans la fabrication du pain, on fait un levain composé de vieille pâte conservé d'une panification précédente qu'on a laissé aigrir dans un endroit chaud pendant l'intervalle de deux opérations. Il se développe une fermentation mixte, comme dans les levains de fermentation.

Cette fermentation est complexe. Elle se compose de fermentation surtout lactique ; cette fermentation prend le pas sur la fermentation alcoolique qui résulterait de l'action des levures de la farine sur le sucre normal de la farine ; mais dans le cas normal, c'est la fermentation alcoolique qui domine. Il serait préférable d'y faire, au contraire, dominer la fermentation alcoolique qui donnerait une plus grande quantité de gaz et ferait un pain bien mieux levé. C'est pourquoi depuis longtemps on a conseillé l'emploi de la levure pour régulariser ces levains et les transformer en levains alcooliques ou, du moins, en levains dans lesquels la fermentation alcoolique domine.

La levure pressée a été substituée à peu près généralement à la levure de bière.

Tantôt on additionne la pâte de levure pure, tantôt on ajoute de la levure à un levain de pâte.

Ces deux procédés sont bons, mais le second nous semble avoir été plus généralement adopté. Voici quelques formules :

Préparation du gros pain de ménage. — On conserve de la fournée précédente un morceau de pâte de 2 kilogrammes environ, on le laisse fermenter pendant deux à trois heures dans le pétrin.

La veille de la panification, on le grossit pour le porter à 8 kilogrammes en y ajoutant de la farine pour faire une pâte très dure qu'on travaillera avec soin.

Le lendemain matin, on le rend deux fois plus fort, de façon à obtenir une pâte de bonne consistance, et on y délaie 300

Digitized by Google

grammes de levure pressée pure. Une heure avant de pétrir, on prépare ensuite la fournée, et on ajoute encore 250 grammes de levure pendant le pétrissage ; on met au four avec les précautions ordinaires.

Pour la fournée suivante, on conserve, comme précédemment, un levain de pâte qu'on traitera comme nous avons dit.

Préparation du pain parisien. — Pour une fournée de 150 kilogrammes environ, on ajoutera au levain conservé de la fournée précédente environ 500 à 600 grammes de levure pressée pure, qu'on délaie dans 8 litres d'eau tiède (30° au plus). On le laisse lever une demi-heure. Pendant ce temps on prépare la pâte comme d'habitude, et on y ajoute le levain, puis on laisse encore lever une demi-heure.

Pour la pâtisserie, 10 grammes de levure suffisent pour 1 kilogramme de farine. On la délaie dans un demi-verre d'eau tiède avec 15 grammes de sucre en poudre et de la farine pour faire une pâte douce; on laisse lever dans un endroit de température un peu chaude, jusqu'à ce que le levain soit levé de moitié. On pétrit le reste de la farine, on ajoute le levain, on laisse fermenter une heure environ.

Préparation de la brioche. — On prend 1.500 grammes de farine, 100 grammes de levure, 30 grammes de sel en poudre, 40 grammes de sucre en poudre, 1 kilogramme de beurre et 20 œufs. On opère comme ci-dessus.

Préparation du baba. — On prépare le levain comme précédemment. On pétrit le reste de la farine (1 kilogramme) avec le sucre (100 grammes), le sel (10 grammes), le beurre (500 grammes) et 15 œufs ; puis on y ajoute le levain quand il est bon. On ajoute à la pâte, au moment de l'introduire dans le moule, les raisins de Corinthe (250 grammes), le safran (une pincée) et le cognac (12 verres). On laisse lever dans le moule à une température modérée ; puis on met au four avec les précautions ordinaires.

Préparation du savarin. — On opère de la même manière pour le levain. On pétrit 1 kilogramme de farine avec 12 œufs, 30 grammes de sel, 125 grammes de sucre fondus dans un peu d'eau. On fouette la pâte, on verse un verre de lait peu à peu,

Digitized by Google

puis 500 grammes de beurre. On ajoute le levain; le moule est préparé suivant l'usage; on y distribue des amandes, et on ajoute la pâte jusqu'à moitié du moule. On laisse lever jusqu'à ce que le moule soit plein et on met au four. On arrose, après cuisson, avec un verre de rhum.

Préparation des croissants. — Pour 5 kilogrammes de farine, on délaie 100 grammes de levure dans un litre de lait froid en été, ou tiède en hiver. On ajoute de la farine pour faire une pâte pas trop ferme. On laisse lever à une douce chaleur pendant une heure.

On ajoute alors le reste de la farine, 60 grammes de sel, la quantité de lait nécessaire ; on travaille la pâte comme d'habitude et on met au four.

Préparation des biscuits. — On emploie, pour 2 kilogrammes de farine, 20 grammes de levure, 3 litres de lait, 500 grammes de sucre. (*Formules conseillées par la distillerie de Montières*).

CHAPITRE VI.

EMPLOI DE LA LEVURE DANS L'ALIMENTATION ET EN MÉDECINE.

La levure peut donc être employée comme matière alimentaire; l'emploi dans la panification le montre, et les animaux en consomment, dans la drèche, de grandes quantités.

Mais, pour l'usage alimentaire direct de la levure à peu près pure, il faudrait lui faire subir un grillage pour détruire le goût particulier de la levure. Quand elle a subi ce grillage qui la rend analogue à la croûte de pain, elle peut être mangée avec un certain plaisir et est recherchée par les animaux : le chien, par exemple.

Sa richesse en azote en fait alors un aliment d'une grande valeur. Elle pourrait être employée aussi en thérapeutique; comme elle ne contient que des traces d'hydrocarbonés, son usage serait certainement favorable aux diabétiques. Elle a été proposée aussi pour l'usage médical en injections hypodermiques.

Digitized by Google

Ces emplois jusqu'à présent n'ont aucun intérêt pratique. Le commerce de la levure se borne à l'usage qu'en font les boulangers, les pâtissiers et les distillateurs.

CHAPITRE VII.

CONSERVATION DE LA LEVURE

L'usage de la levure est très limité, parce que sa conservation est difficile; par suite, il y a des difficultés considérables à son êransport à l'état liquide. Dans un moût convenable, elle peut être conservée quelque temps, mais elle s'altère néanmoins. M. Jacquemin transporte ainsi sa levure pure, mais si le temps écoulé est un peu long, il devient nécessaire de régénérer la levure. Le moût qu'il a adopté est très chargé de matières azotées nécessaires à la nourriture de la levure; elle continue à vivre. Elle peut ainsi se conserver longtemps, deux mois et même plus, et peut être expédiée même au loin.

La conservation de la levure liquide peut donc être admise en principe, bien que nous ne connaissions pas la composition du liquide employé par M. Jacquemin. Pour la levure pressée, la conservation est plus difficile. Nous avons essayé à peu près tous les procédés pratiques indiqués par les auteurs, sans succès.

L'addition de sucre, d'amidon, de glucose, de borax, n'ont donné aucun bon résultat. Délayée dans l'eau, elle a conservé pendant quelques jours un peu de force, puis elle a périclité. Séchée sur l'acide sulfurique ou à une douce chaleur, elle a perdu sa force de fermentation.

Conservée à l'air en pain, elle semble d'abord augmenter de force; mais ce n'est qu'une apparence. Cette augmentation tient à la perte d'eau; en réalité, la force a diminué et continue à diminuer.

Une levure américaine conservée en disques, comprimée, essayée, n'a donné aucun dégagement gazeux appréciable. Elle était formée de farine de maïs grossière mêlée avec un peu de levure; elle contenait 11 pour 100 d'eau.

Le seul procédé qui permette de conserver la levure quelque temps, c'est le froid. C'est le moyen qu'emploient les dis-

Digitized by Google

tillateurs : il consiste à placer la levure dans la glacière ou dans de l'eau glacée. Les expériences de M. Pictet ont montré, en effet, que par le refroidissement les fonctions vitales de la levure sont paralysées, mais reprennent quand la température s'élève.

Dans les observations qui précèdent, il est question de conservation commerciale, c'est-à-dire d'une levure conservée sans perdre notablement de sa force.

On peut, il est vrai, conserver un peu de levure dans un tube et trouver quelques cellules qui, au bout d'une année, ont conservé leur vitalité, comme dans l'expérience de Pasteur. Encore faut-il peut-être attribuer cette conservation aux spores qui se sont formées et qui se mettent à végéter quand on les place dans un milieu convenable.

Voici néanmoins les procédés indiqués par les auteurs pour conserver la levure :

On la mélange avec de la farine, de la fécule, du charbon de bois ou du charbon animal.

D'autres conseillent de la mêler avec de la mélasse ou du sucre pour en faire un sirop épais ou une pâte; enfin on a recommandé la glycérine; les antiseptiques et, en particulier, le salicylate de soude ont été également essayés.

DEUXIÈME PARTIE.

EMPLOI DE L'ALCOOL.

CHAPITRE PREMIER.

GÉNÉRALITÉS.

Depuis l'époque où l'alcool était, pour les alchimistes, une panacée guérissant tous les maux, l'alcool peu à peu a augmenté d'importance, et aujourd'hui c'est un des éléments les plus importants de la vie des nations. S'il a, par le développement qu'il a donné à certaines industries, augmenté la richesse et la

Digitized by Google

puissance des nations, il a, par contre, détruit certaines races et abâtardi un grand nombre d'autres par l'usage alimentaire exagéré qu'elles en ont fait.

Il nous est impossible ici d'étudier les usages industriels de l'alcool. Il faudrait pour cela parcourir la chimie industrielle tout entière, surtout la chimie organique, où l'alcool sert continuellement, soit comme matière première pour la fabrication des dérivés alcooliques, et notamment des composés tinctoriaux et pharmaceutiques, soit comme dissolvant pour l'extraction des principes immédiats.

Nous nous bornerons à examiner un de ses usages les plus importants : son emploi comme boisson.

Autrefois l'alcool n'était qu'un produit pharmaceutique, et son usage en médecine était un stimulant qui jouissait de propriétés évidemment utiles, et, s'il n'était pas une panacée universelle, il était au moins un adjuvant dont le concours n'était pas illusoire.

CHAPITRE II.

EMPLOI DE L'ALCOOL COMME BOISSON.

Depuis que l'alcool, par un abus du mot *aliment*, a été considéré comme une matière alimentaire, son rôle s'est singulièrement modifié, et, de même que plusieurs morceaux de beefteack font plus de bien qu'un seul, on a conclu que plusieurs petits verres multiplient le bon effet produit par un seul. Le marchand de vin a pu alors, derrière son comptoir, faire une concurrence désastreuse à la fièvre typhoïde et au choléra et peupler de plus en plus les asiles d'aliénés. Et tout cela vient de l'abus d'un mot : *l'alcool est un aliment*. Il n'y a de vrais aliments que les corps qui entrent dans la constitution du corps, et l'alcool n'y entre en aucune façon ; même les éléments ternaires de l'organisme sont formés par les matières albuminoïdes aidés peut-être des composés ternaires complexes, les acides gras élevés, mais jamais l'alcool entrant dans le corps n'a contribué à l'élaboration d'une cellule quelconque. Il se détruit en produisant des désordres nerveux et cérébraux qui ne sont peut-être pas encore expliqués, mais que la statistique constate par des

Digitized by Google

chiffres alarmants pour l'avenir des pays dits civilisés, alcoolisés serait peut-être plus juste. On peut certainement conclure de l'examen de cette question, que l'alcool est le fléau des civilisations (1).

Voyons quel rôle joue l'alcool comme boisson.

D'après les analyses de M. Mohler que nous avons indiquées (2), et qui sont confirmées dans leur principe par les autres auteurs, l'impureté des alcools fabriqués peut être représentée par les chiffres suivants :

Impuretés	par hectolit.	
Mauvais goûts de queue . .	9,092	ne se trouvent pas normalement dans le commerce pour la consommation.
Moyens	2,516	
Mauvais goûts de tête . . .	738	
Eau-de-vie de marc vraie . .	875	
Rhum vrai	496	
Flegmes d'industrie	542	id.
Cognac vrai.	407	
Mauvais goût de tête . . .	226	id.
Kirsch vrai	218	

Eau-de-vie de marc fausse	173
Cognac faux	77
Kirsch faux	68
Rhum faux	44
Alcool surfin de tête	18
Alcool surfin de queue	13
Alcool extrafin	7 (3)

Alcool de betterave (M. Riche)	. . . . .	0,252
— de grains	id.	0,134
— de mélasse	id.	0,203
— de bourse	id. environ . .	0,0015
— primé	id.	0,0002-0,0003

L'alcool de Montpellier (d'après M. Rocques) contient	de	1,4878	à	2,0534	d'impuretés
Eau-de-vie de vin d'Algérie	—	1,7920	à	3,5693	
Fine champagne	—	1,6021			
Cognac types	—	2,7139	à	3,5877	
— purs du commerce	—	0,9632	a	2,6509	

(1) Voy. Lancereaux, article Alcoolisme du *Traité de médecine* de Brouardel et Gilbert, Paris, 1896, t. III.

(2) Voir Guichard, *Traité de distillerie*, vol. II, p. 318.

(3) Ces chiffres sont empruntés aux divers mémoires de MM. Mohler, Rocques, et à des mémoires très intéressants publiés par M. Riche dans le *Journal de pharmacie et de chimie*, 1895.

Digitized by Google

Cognac ordinaire	contientde	0,8061	à	1,1325 d'impuretés
Eau-de-vie de marc de Bourgogne	—	3,0502	à	6,3118
Eau-de-vie de marc de Tunisie	—	3,8343		
— — d'Auvergne	—	4,8165		
Kirsch de Luxeuil	—	2,4190		
Prune de Lorraine (bouilleur de cru)	—	18,7968		
Rhum	—	2,5136	à	3,8028
Eau-de-vie de cidre	—	1,4431	à	3,1490
— de poiré	—	3,553		
— de cidre (Mr Riche)	—	0,849	à	5,796
— de poiré id.	—	2,341	à	5,843
— de marc id.	—	2,699	à	8,230
— de prunes		2,135	à	3,704
Absinthe préparée avec l'alcoolat (Mr Riche)	—	1,3930	à	16,137
Absinthe préparée avec essence (1)	—	9,251		

Il faudrait encore ajouter à cette liste l'alcool cœur de rectification qu'on peut considérer comme presque pur.

Il ne s'agit pas ici, évidemment, de dégustation, du goût plus ou moins agréable que nous trouvons au produit. Ce mode d'appréciation n'a rien à voir avec la question d'hygiène, d'autant moins qu'il est plus contestable et que les dégustateurs, comme les experts en tableaux et les augures de Rome, ne doivent pas pouvoir se regarder sans rire. Ce tableau n'est relatif qu'au dosage des éléments toxiques, et il montre que les alcools que l'industrie *destine* à la consommation sont beaucoup plus purs que les liqueurs les plus fines de nos producteurs renommés. L'anathème lancé du haut des tribunes parlementaires prouvent donc seulement que les orateurs auraient dû étudier la question au point de vue chimique, scientifique, et non au point de vue électoral. Il est évident, en effet, que tel député du Bordelais et de la Bourgogne ne pourra jamais admettre que son bon cognac et sa bonne eau-de-vie de marc sont plus dangereux que les alcools d'industrie, et pourtant le tableau que nous avons donné le constate et il exagère même la mauvaise qualité des alcools d'industrie, car nous n'avons pas tenu

(1) Quelques erreurs de chiffres se sont glissées dans le tableau de la page 319, vol. II; le lecteur les corrigera facilement.

Digitized by Google

compte que nos alcools sont à 96° ou à peu près, tandis que les eaux-de-vie sont à 45° à 50° et que l'alcool extrafin de cœur ne contient que 1/10.000e d'impuretés.

Le consommateur partagera aussi difficilement cette manière de voir, et nous n'espérons guère le convaincre ; mais il n'est pas compétent, car il n'a qu'un moyen d'appréciation tellement défectueux qu'il va à l'encontre de son intérêt hygiénique ; il confond toujours le bouquet de la liqueur avec sa pureté : ce sont deux choses toutes différentes. L'alcool pur est évidemment inférieur comme bouquet; il est infiniment supérieur comme pureté.

Il y a lieu, en effet, de faire remarquer que les chiffres des produits commerciaux que nous avons cités ne représentent pas les produits qui contiennent le maximum des impuretés, et que, soit sous l'influence de la demande du client, soit sous l'influence de son intérêt, le marchand a augmenté encore la nocivité de ces produits déjà si toxiques.

Personne n'ignore, en effet, que les bas produits de la consommation sont fabriqués, non avec des alcools extrafins, mais avec des moyens goûts et même des mauvais goûts ou des alcools dénaturés revivifiés, surtout les liqueurs fortes en essence, telles que les absinthes qui se font avec des alcools souvent non rectifiés qui présentent l'avantage de coûter moins chers, de précipiter avec l'eau et d'ajouter son parfum qui exalte celui de l'essence.

De plus, le consommateur a fait ajouter encore aux toxiques normaux des alcools des produits végétaux qui augmentent encore le danger, et il a obtenu les liqueurs nommées : absinthe, anisette, chartreuse, vermouth, etc.; la liste est longue.

Il faut ajouter encore les boissons étrangères qui pénètrent peu à peu chez nous : le gin, le genièvre, le wisky, qui ont déjà fait leurs preuves dans la lutte contre les Indiens et qui ne sont, eux, que des alcools de grains non rectifiés.

Ainsi donc, si nous envisageons la valeur toxique des alcools nous pouvons constater que l'impureté de l'alcool d'industrie n'est pour rien dans les progrès de l'alcoolisme.

Ce fait, démontré déjà par les chiffres cités plus haut, l'est encore par ce fait que la plupart des liqueurs, même le cognac et le rhum sont généralement fabriquées de toutes pièces avec de l'alcool d'industrie ; les bonnes marques même ne sont pas

Digitized by Google

exemptes de ce mélange. Ce sont dans toutes les boissons alcooliques qui sont dangereuses, puisque presque toutes sont faites avec l'alcool d'industrie, à moins d'admettre que le passage dans l'alambic du bouilleur de cru soit la baguette magique qui transforme en un corps inoffensif le terrible poison que recèle l'alcool industriel. Le deuxième point que nous voulons établir est celui-ci : il n'y a pas qu'un coupable, mais plusieurs ; ce n'est pas seulement les essences des liqueurs qui sont dangereuses, l'alcool lui-même l'est aussi.

D'après les expériences faites sur l'alcool pur, il est démontré que, s'il est moins dangereux que les éthers et ses homologues supérieurs, il l'est néanmoins. On évalue qu'il est cinq fois moins dangereux que les impuretés.

Il en résulte que, si un petit verre de liqueur contient, comme c'est le cas, de l'absinthe, 0,242 d'essences toxiques, l'alcool équivalent serait $0,242 \times 5 = 1,210$. Or, un petit verre en contient 15 centimètres cubes à peu près; l'alcool d'un petit verre de n'importe quoi est donc beaucoup plus dangereux que les essences qu'il contient.

En quoi donc consiste le danger de ces liqueurs? C'est qu'elles excitent à boire par l'irritation qu'elles produisent sur la gorge. Ceci nous amène à cette conclusion : la vraie cause de l'alcoolisme, c'est l'abus que nous faisons des liqueurs alcooliques de quelque nature qu'elles soient.

Nous pouvons résumer cette question du danger de l'alcool dans les propositions suivantes :

L'alcool d'industrie est bien plus pur que toutes les liqueurs et eaux-de-vie de consommation ; on peut le considérer comme chimiquement pur.

Les bonnes eaux-de-vie artificielles sont bien moins dangereuses que les eaux-de-vie naturelles, auxquelles il faut joindre les eaux-de-vie des bouilleurs de cru, faites en fraude, par suite encore plus impures.

Les liqueurs à essences sont bien plus dangereuses que toutes les eaux-de-vie, à cause de l'exagération de la consommation dont elles sont la cause immédiate.

A cette augmentation de la consommation de l'alcool y a-t-il un remède, et quel est-il?

Question difficile à résoudre. *A priori*, il ne semble pas que le monopole puisse en être un. D'abord l'alcool sera vraisemblablement moins pur, puisque la Suisse qui a le monopole délivre

Digitized by Google

de l'alcool moins pur que le nôtre et moins pur que celui qu'elle faisait auparavant.

De plus, si on consulte l'histoire, on peut se demander si la consommation du tabac a diminué depuis que le monopole existe. Il en sera de même de l'alcool. Faut-il augmenter les droits, c'est-à-dire le prix de l'alcool? C'est encore probablement une illusion decroire que la diminution serait la conséquence de ce fait. Le tabac n'a pas été moins consommé, parce que le prix a augmenté. On augmentera seulement la fraude qui sera d'autant plus considérable que les bouilleurs de cru, continuant leur fabrication, la rendront plus facile.

Mais nous ne pensons pas qu'il y ait lieu ici d'examiner la question de la répression de l'alcoolisme (1). Il nous suffit d'avoir montré que les impuretés de l'alcool industriel ne sont pour rien dans ce fléau et que c'est ailleurs, c'est-à-dire dans la diminution de la consommation et la suppression des bouilleurs de cru, qu'il faut chercher le remède.

Quelle est la proportion d'alcool d'industrie qui entre dans la consommation, et à quel usage est-il employé? J'emprunte les chiffres officiels suivants à M. Rocques.

En 1892, on a employé pour la consommation :

Alcools dits *naturels*	129.238 hect.
— d'industrie	1.608.131 —
	1.734.369

qui ont été employés de la manière suivante :

Eau-de-vie et esprits	1.282.684
Kirsch, rhum, genièvre	185.824
Bitters	39.445
Absinthes	129.687
Liqueurs	82.923
Fruits à l'eau-de-vie.	14.823
	1.734.369

Il faudrait encore tenir compte de l'alcool qui est employé pour le vinage de certains vins et qui n'est peut-être pas compté dans ce tableau.

(1) Voy. Lancereaux, *Alcoolisme* in *Traité de médecine* de Brouardel et Gilbert, t. III, 1896.

Digitized by Google

CHAPITRE III.

EMPLOIS EN PHARMACIE.

L'art de guérir utilise aussi l'alcool.

Dans les pharmacopées modernes, l'alcool sert surtout de véhicule pour extraire les substances médicamenteuses végétales et de dissolvant pour les présenter aux malades (1).

Parmi ces préparations on distingue :

Les *extraits alcooliques*, dans lesquels l'alcool ne sert que de véhicule pour traiter les plantes ;

Les *alcoolats*, qui s'obtiennent par distillation des plantes fraîches ou sèches avec l'alcool à 90°, 80° ou 60° ;

Les *teintures*, qui se préparent par macération ou lixiviation des substances médicamenteuses pulvérisées, dans l'alcool à 60°, 80°, 90° ;

Les *alcoolatures*, qui sont des teintures de plantes fraîches ; on emploie l'alcool à 80° ou 90° ;

Les *élixirs*, qui se font par macération des matières médicamenteuses avec l'alcool. On additionne ensuite la préparation d'un sirop : c'est une véritable liqueur.

Les *vins médicinaux*, qui sont préparés avec du vin de Bordeaux additionné de 60 grammes d'alcool à 60° par litre. Quand on se sert des vins sucrés de Malaga, de Madère, qui sont déjà alcoolisés, on ne met pas d'alcool.

L'alcool est quelquefois employé seulement comme agent de conservation.

Les *extraits fluides* sont additionnés d'alcool pour éviter leur altération.

Les pharmacopées étrangères possèdent des préparations analogues.

L'emploi de l'alcool dans la fabrication des liqueurs (2) est analogue à la préparation des élixirs pharmaceutiques ; elles se font par les mêmes procédés que ceux que nous venons d'indiquer : distillation ou macération.

(1) Voy. Andouard, *Nouveaux éléments de pharmacie*, 4e édition, Paris, 1897.

(2) De Brevans, *La fabrication des liqueurs et des conserves*, Paris, 1890.

Digitized by Google

TROISIÈME PARTIE.
EMPLOIS DES RÉSIDUS

CHAPITRE PREMIER.
GÉNÉRALITÉS.

Outre les applications de la levure et de l'alcool, il faut envisager encore les applications des divers résidus que laisse la fabrication. Quelques-uns de ces résidus ont une importance considérable, plus grande encore peut-être que bien des produits principaux.

Ces produits accessoires de la fermentation sont : l'acide carbonique, les drèches et les pulpes auxquelles il faut joindre une certaine partie de la levure, les vinasses et les produits qui accompagnent l'alcool dans la distillation.

Il faut ajouter les matières grasses qui généralement restent dans la drèche, mais qui, dans certaines maisons, sont retirées et vendues à part.

CHAPITRE II.
EMPLOIS DE L'ACIDE CARBONIQUE.

Quelques chimistes ont considéré l'acide carbonique des fermentations comme différent de l'acide carbonique ordinaire. M. Maumené a montré qu'il n'en est rien.

Les emplois de l'acide carbonique sont nombreux, mais l'acide de la fermentation est rarement recueilli et utilisé. En général, il est perdu et entraîné au dehors par la ventilation. On l'emploie en Allemagne pour rendre gazeuses des boissons ou des limonades.

Depuis quelques années on le retire quelquefois et on le transforme en acide carbonique liquide, employé dans l'industrie métallurgique, et surtout dans les machines pour la production du froid. La fermentation produirait donc par elle-même, si elle utilisait son acide carbonique, la réfrigération qui lui est si nécessaire.

Digitized by Google

La quantité d'acide carbonique produite par les fermentations est considérable. L'équation de la fermentation montre qu'il se produit presque poids égaux d'alcool et d'acide carbonique. Cent kilogrammes d'amidon donnent 53 kg. 88 d'alcool et 51 kg. 90 d'acide carbonique. Le même phénomène se produit dans les brasseries.

Pour le recueillir, on place au-dessus de la cuve un cône avec un aspirateur qui entraîne les gaz dégagés de la fermentation, et en même temps on recueille celui qui déborde sur les bords et coule le long de la cuve. Une pompe le comprime et le liquéfie après l'avoir lavé par barbotage dans des flacons de Woolf contenant de l'eau ou de l'alcool refroidis pour retenir l'alcool entraîné. On pourrait aussi le faire absorber par du carbonate de soude, comme on le fait à Vichy pour l'acide des eaux minérales, et le transformer en bicarbonate de soude.

Ce bicarbonate de soude peut être utilisé en nature ou être transformé par calcination en carbonate neutre. L'acide carbonique dégagé est liquéfié, le carbonate rentre dans la fabrication ou est livré dans le commerce comme carbonate neutre.

L'acide carbonique est le plus énergique des produits volatils. Il bout à — 32°. Sa chaleur latente de vaporisation est 51 calories. Il se liquéfie aux pressions suivantes suivant la température :

Température	Pression en atmosphères	Température	Pression en atmosphères
— 30°	10	+ 10	46
— 20	22	+ 20	57
— 15	25	+ 30	75
— 10	28	+ 40	90
— 5	33	+ 45	100
0	38		

Les machines à acide carbonique liquide fonctionnent à 200 atmosphères à l'aspiration et 70 à la compression.

L'acide liquide se trouve dans le commerce ; mais en distillerie, on pourrait, comme nous venons de le dire, le trouver sur place ; il n'attaque pas les métaux.

Les principales machines sont la machine Hallot et la machine Windhausen. Dans cette dernière, la pompe de compression est un cylindre plein de glycérine dans lequel se meut un piston plein qui aspire et repousse alternativement l'acide carbonique dans un deuxième cylindre. Il se comprime à 700 atmo-

Digitized by Google

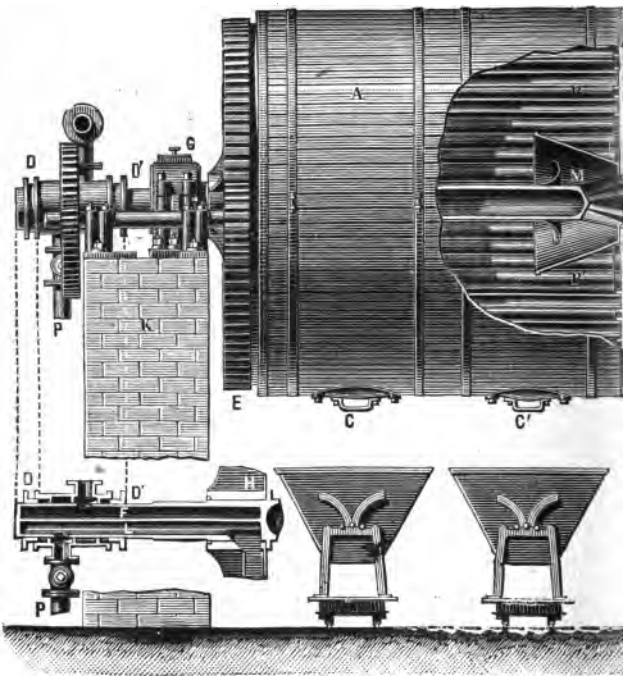
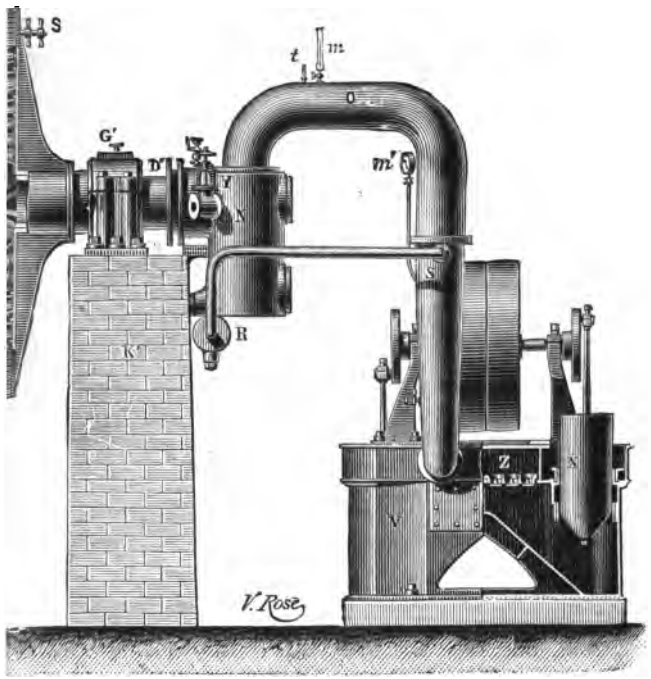


Fig. 137. — Évaporateur Donard et Boulet pour la d

A, enveloppe cylindrique; B, tubes de chauffe; CC'', trous de charge et de vida étoupe de sortie des vapeurs extraites de la matière à traiter; H, chambr d une denture pour la rotation E; P, sortie de la vapeur de chauffe conde O, tuyau conduisant au condenseur; R, tuyau d'injection; S, condenseur; V, *t*, thermomètre; *mm'*, manomètres; *s*, sonde pour prélever des échantillons.

Digitized by Google



lessiccation dans le vide de toutes les matières solides.

nge; DD', presse-étoupe d'entrée et de sortie de vapeur de chauffe; D'', presse-
; d'entrée de la vapeur de chauffe et de sortie de cette vapeur condensée, munie
nsée; GG', paliers; M, chicane arrêtant les entrainements; N, boite à poussière;
pompe à air; X, piston de la pompe; Z, clapets; Y, robinet de rentrée d'air;

Digitized by Google

sphères, se liquéfie dans un serpentin entouré par un courant d'eau froide circulant de bas en haut. De là il se rend dans un serpentin frigorifère qui circule dans un liquide incongelable où il se volatilise et produit un froid de 15°. La pression est encore de 25 atmosphères. La pompe le liquéfie de nouveau.

L'acide carbonique à liquéfier était produit par l'action des acides forts sur le marbre ou la craie; mais depuis quelque temps déjà on l'emprunte aux brasseries et aux distilleries. L'acide carbonique liquide se conserve et s'expédie dans des cylindres métalliques très solides.

Résidus d'alcools. — Les résidus de l'alcool sont les éthers et les huiles de fusel.

Ils ne sont pas un embarras pour la distillerie qui les passent dans diverses industries; les vernis, la fabrication du celluloïde en emploient de grandes quantités. L'industrie des produits chimiques en emploie aussi une certaine quantité pour la fabrication des produits purs.

Une partie aussi passe dans les alcools dénaturés.

CHAPITRE III.

DRÈCHES, PULPES, VINASSES (1).

Article 1er. — Drèches.

Ce sont les résidus solides de la fermentation. Tantôt on les retire après les avoir épuisés par l'eau, comme dans la distillerie de betterave; tantôt, comme dans les distilleries de grains, on les recueille à la sortie des colonnes de distillation. Elles sont alors vendues toutes chaudes pour la nourriture des bœufs, des vaches et des porcs qui s'en trouvent très bien. Il faut distinguer l'origine des drèches.

Les drèches des grains travaillés par l'acide chlorhydrique sont difficilement acceptées par les animaux, à cause de la quantité de chlorure de calcium qu'elles contiennent.

(1) Voir Guichard, *Traité de distillerie*, vol. II, p. 345.

Digitized by Google

On a essayé d'employer le carbonate de sodium pour la saturation de l'acide, le chlorure de sodium étant recherché avidement par les bêtes; mais quelquefois les drèches ont une saveur amère due à l'action de l'acide sur les grains.

MM. Porion et Mehay ont essayé de lever la difficulté de l'emploi des drèches acides en les pressant dans le filtre-presse; ils séparaient ainsi la vinasse, et les drèches solides desséchées sont traitées par les procédés ordinaires, pour en retirer l'huile dans le cas des maïs qui seuls donnent une quantité d'huile suffisante.

Les tourteaux sont ensuite utilisés comme engrais; ils renferment une quantité notable d'azote et d'acide phosphorique.

Quand on saccharifie sous pression, comme la quantité d'acide est moindre, on peut utiliser les tourteaux pour l'alimentation. Pour cela, on les presse une première fois, puis on les délaie de nouveau dans l'eau qu'on fait bouillir. On filtre de nouveau et les tourteaux peuvent être employés pour l'usage alimentaire.

Dans le procédé de travail de Billet que nous avons décrit, on filtre avant la fermentation, et les tourteaux peuvent aussi servir pour la nourriture des animaux.

Dans le procédé de diffusion de MM. Boudonneau et Foret, le grain ne conserve plus d'acidité, et les animaux aiment beaucoup ces drèches. Nous avons dit que le grain qui a conservé sa forme contient beaucoup plus de matières azotées et des matières grasses et pectineuses.

Mais tous ces procédés se sont peu généralisés en France, surtout depuis les droits sur le maïs. Les procédés par le malt et avec la production simultanée de levure sont les seuls qui permettent de continuer cette exploitation.

Les drèches obtenues dans cette fabrication, n'étant pas acides, sont bien mieux acceptées par le bétail; lorsque la distillerie se trouve dans le voisinage d'une grande ville où elle peut écouler ses drèches, c'est le mode le plus simple et le plus avantageux de les utiliser. Mais nous devons rappeler qu'une partie de la vinasse est retirée de la drèche pour rentrer dans la fabrication. La drèche est ainsi moins aqueuse, ce qui est un avantage. La drèche est livrée sous plusieurs formes. A l'état liquide, elle est chaude; c'est la forme la plus habituelle de vente dans les conditions que nous venons d'indiquer. La drèche contient 92 à 94 pour 100 d'eau, les drèches pressées 74 à 77

Digitized by Google

pour 100. Quand la drèche se dépose, il se forme à la partie supérieure une boue blanc grisâtre qui contient 90 pour 100 d'eau et qui est donnée aux porcs.

Elle contient les mêmes éléments que la drèche, mais dans des proportions un peu différentes :

Eau	90,40
Amidon	2,50
Cellulose	2,40
Matières grasses	0,13
— azotées	3,34
— minérales et pertes	1,23
	100,00

La levure non utilisée peut être mêlée à la drèche dont elle augmente la valeur nutritive ; elle peut aussi être employée comme engrais.

Article 2. — Pulpes.

Les pulpes de betteraves sont également employées comme nourriture.

Pour le transport de la drèche au loin, on est obligé de la presser ou de la dessécher.

Cette dernière forme exigeant l'emploi de la chaleur n'est pratique que si l'usine possède de la chaleur perdue.

Un grand nombre d'appareils ont été imaginés pour accélérer cette dessiccation.

L'appareil de Hencke, fabriqué par Venuleth et Ellenberger (fig. 135 et 136), est formé de deux cylindres sécheurs chauffés à la vapeur et tournant en sens contraire. La drèche est séchée en un seul tour des rouleaux.

L'appareil de Gontard convient pour concentrer la vinasse et est employé pour concentrer la vinasse de mélasse. Nous avons déjà cité les fours Porion employés pour le même usage.

Par le procédé Theisen, on opère en trois phases. On concentre d'abord par évaporation dans un appareil à évaporation en cuivre dans lequel la vinasse arrive en sortant de la colonne. La drèche ne contient plus que 80 pour 100 ; puis par la pression on réduit à 60 pour 100. On évapore de nouveau l'eau à part de la pression.

Le son est desséché par la vapeur 3 ou 4 atmosphères dans

Digitized by Google

un appareil cylindrique où il est remué par un agitateur à palettes.

L'évaporateur de MM. Donard et Boulet se compose d'un

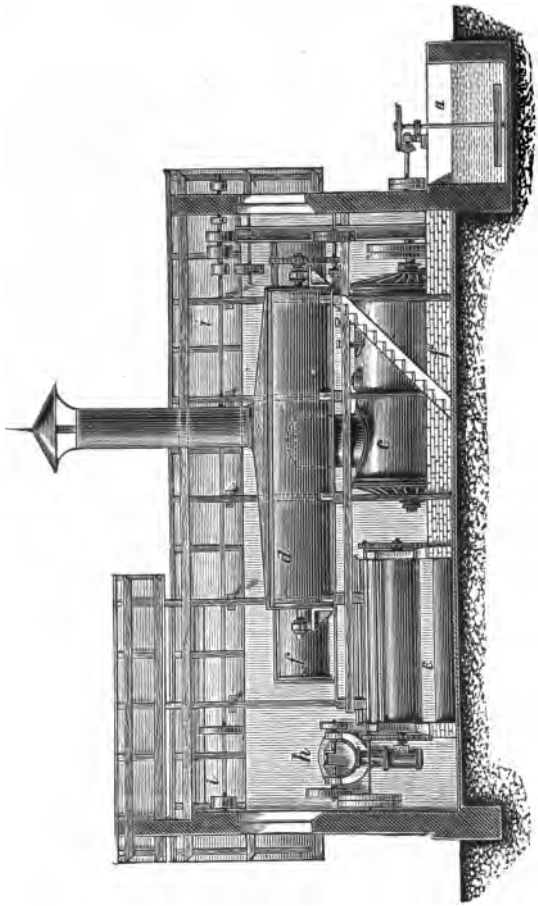
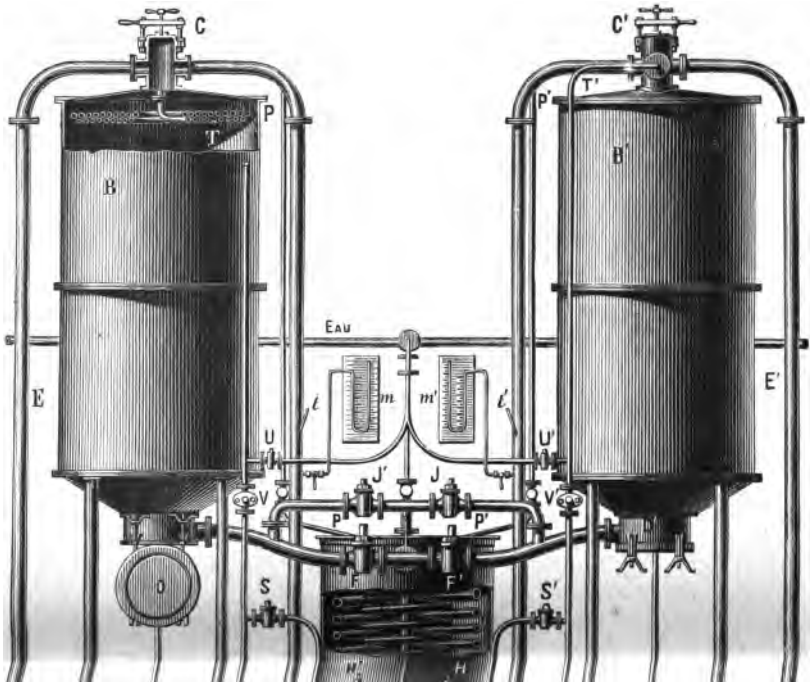


Fig. 135. — Installation de séchage pour drèches de distillerie, système Hencke. Coupe longitudinale (Venuleth et Ellenberger).

cylindre (fig. 137) horizontal mobile sur un axe horizontal. On y introduit la drèche qui est desséchée rapidement par un courant de vapeur qui pénètre dans des tubes. Une pompe à

Digitized by Google



Digitized by Google

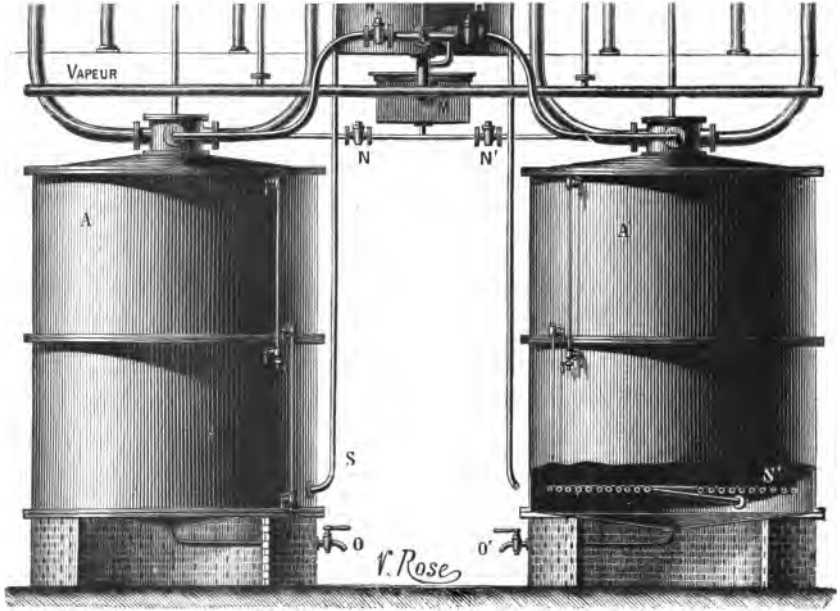


Fig. 138. — Appareils jumeaux à déplacement pour l'extraction des matières grasses. (Système Boulet, Donart et Contamine).

Digitized by Google

air enlève la vapeur formée et améliore ainsi la dessiccation en même temps qu'elle diminue la pression intérieure. La température ne dépasse pas 45°, de sorte que les produits ne peuvent pas être altérés. Cette dernière précaution n'est pas très utile pour la drèche qui sans inconvénient pourrait être séchée à une température plus élevée.

On pourrait même commencer par évaporer la plus grande partie de l'eau dans le four Porion et achever dans les appareils que nous venons de décrire.

Quand la drèche ne peut être utilisée pour la nourriture des

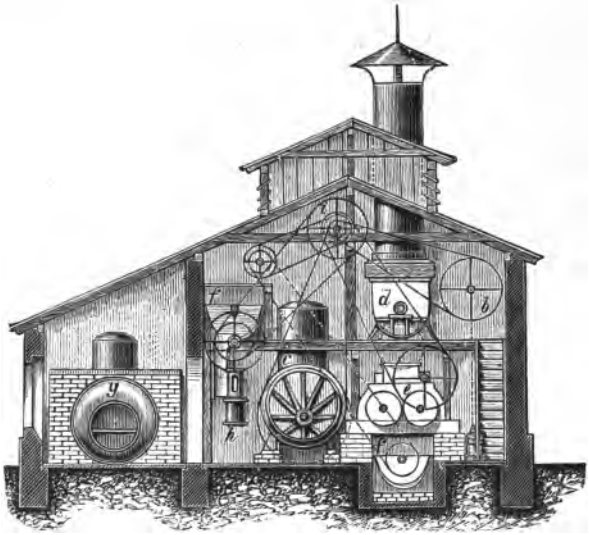


Fig. 136. — Installation de séchage pour drèches de distillerie. Coupe transversale (Venuleth et Ellenberger).

animaux, on peut l'employer comme engrais ou comme combustible après dessication. Dans le cas où on opère sur le maïs qui contient une grande quantité d'huile. Il y a intérêt à extraire cette huile auparavant.

La matière desséchée est, pour cela, traitée par l'éther de pétrole dans les appareils jumeaux (fig. 139) de MM. Boulet, Donard et Contamine. Cet appareil est complètement clos; il n'y a donc aucun danger d'incendie dans le maniement. C'est un appareil à

Digitized by Google

déplacement. L'éther de pétrole placé dans la chaudière inférieure est volatilisé et va épuiser la matière placée dans le réservoir supérieur. De là elle retourne refroidie dans la deuxième chaudière inférieure et recommence jusqu'à ce qu'elle soit saturée. Un robinet de vidange permet de vider la chaudière, et deux trous d'homme permettent de vider l'appareil de déplacement. Pendant ce temps on recommence l'opération en sens inverse, de sorte que l'opération est continue.

Les drèches des topinambours sont utilisées également pour l'alimentation.

Article 3. — Vinasses.

La vinasse, résidu liquide de la distillation des flegmes, est le produit le plus encombrant des distilleries. Une grande partie peut rentrer pendant longtemps dans la fabrication, en ayant soin de la stériliser de temps en temps. On économise ainsi l'eau qu'on remplace par un produit d'une grande valeur nutritive (1).

Dans les fabriques de levures, on est obligé de temps en temps de supprimer la vinasse et de la remplacer par de l'eau lorsqu'elle donne à la levure une coloration trop grande. On peut aussi les utiliser en irrigation.

La vinasse de grains ne contient que 3 gr. 41 de matières solides par litre ; aussi n'a-t-elle pas un grand inconvénient, et les arrêtés préfectoraux ne lui sont pas généralement appliqués. Il n'en est pas de même des vinasses de mélasse qui sont très chargées en matières organiques et minérales ; elles contiennent 10 pour 100 environ de matières solides. Aussi les distillateurs ont cherché à les utiliser, et une industrie nouvelle et même deux ont pris naissance pour les exploiter.

Traitement des vinasses de mélasses pour la fabrication de la potasse. — Elles marquent 4° Baumé. Cent kilogrammes de mélasse donnent environ 410 litres de vinasses qu'il faut évaporer après les avoir saturées par la craie. Cette évaporation se fait très rapidement dans le four Porion dans lequel la vinasse est projetée en pluie fine à la rencontre des gaz du foyer. On la concentre ainsi à 25° Baumé ; puis on continue à l'évaporer sur la sole des fours, en la remuant constamment. Ensuite elle s'inci-

(1) Voir Guichard, *Traité de distillerie*, vol. II, p. 343 ; — *L'eau dans l'industrie*, p. 186.

Digitized by Google

nère lentement et donne de 11 à 13 kilogrammes d'un mélange nommé *salin brut* qui titre 40° alcalimétriques.

Sa composition est la suivante :

Carbonate de potasse	25,89	10,79	
— de soude	19,30	31,05	
Phosphate de potasse	0,21	0,19	
Chlorure de potassium.	20,41	18,97	
Sulfate	13,60	15,40	
Matières insol., eau, pertes . . .	19,58	23,60	(Payen.)
	100,00	100,00	
Titre alcalimétrique	37,00	36,25	

On lessive ce salin avec de l'eau à 80°, en faisant un lessivage méthodique pour saturer l'eau; elle marque 27° Baumé; puis on achève d'épuiser dans une chaudière jusqu'à ce que l'eau marque 0°.

Le résidu est répandu sur les terres.

On évapore les solutions à 40° Baumé ; le sulfate de potasse cristallise par refroidissement, puis le chlorure de potassium cristallise à son tour jusqu'à la température de 30°. On concentre alors jusqu'à 52° Baumé. Le carbonate de soude cristallise pendant l'évaporation; les liqueurs laissent encore déposer du chlorure de potassium jusqu'à la température de 30°. On les reconcentre jusqu'à 57° Baumé pour avoir le reste du carbonate de soude qui contient un peu de carbonate de potasse. Cette dernière cristallisation rentre dans la fabrication suivante. Enfin on évapore sur la sole du four et on calcine. On a du carbonate de potasse ferrugineux qu'il suffit de raffiner.

Il contient :

Sulfate de potasse	0,70	
Chlorure	1,70	
Carbonate de potasse	95,24	
— soude	2,12	
Acide phosphorique	0,24	(Payen.)
Degré alcalimétrique	69,5	

Calcination en vases clos. Procédé Vincent. — Dans l'opération précédente, on constate qu'il se dégage au four des vapeurs combustibles qu'on peut recueillir en opérant en vases clos, et on obtient un salin poreux plus facile à lessiver que celui des fours.

Cent kilogrammes de mélasse fournissent 25 litres d'un liquide

Digitized by Google

jaune ambré, goudronneux, alcalin, marquant 5° Baumé et contenant des sels ammoniacaux. On traite par l'acide sulfurique qui donne du sulfate d'ammoniaque; puis, en distillant on obtient de l'acide cyanhydrique, du cyanure et du sulfure de méthyle, des carbures et surtout de l'alcool méthylique. On redistille sur de l'oxyde de fer hydraté et de la chaux ; on sature par l'acide sulfurique ; on a de l'alcool méthylique commercial. Dix kilogrammes de mélasse en donnent 1 l. 4.

La liqueur concentrée donne divers acides volatils et une masse pâteuse qu'on purifie par plusieurs cristallisations pour enlever le sulfate d'ammoniaque ; puis on distille avec un alcali, ce qui fournit de la triméthylamine. Si on la fait passer avec l'acide chlorhydrique gazeux dans un tube chauffé, on obtient du chlorure de méthyle

$$(CH^3)^3Az + 4HCl = AzH^4Cl + 3CH^3Cl.$$

On fait en même temps avec le goudron, du brai, des sels ammoniacaux, des phénols et des alcalis huileux ; enfin, des gaz : oxyde de carbone, acide carbonique, hydrogène, hydrogène protocarboné. Le chlorure de méthyle est très employé comme frigorifère.

Transformation en engrais. — M. Pagnoul prend la vinasse au sortir des fours Porion ; elle a une densité de 1,16 ; il la mêle avec du phosphate de chaux naturel. Pour 72 centimètres cubes, on ajoute 42 grammes de phosphate ; on dessèche, on obtient 50 grammes d'un engrais formé de :

Eau	3,50
Azote	1,28
Matières organiques	17,92
Acide phosphorique	12,75
Potasse	1,91
Matières minérales	62,64

Cet engrais aurait une valeur de 5 francs le kilogramme.

Une usine faisant 92 hectolitres d'alcool avec 400 quintaux de mélasse donne 3.000 hectolitres de vinasse ou 600 hectolitres de vinasse concentrée ou 400 kilogrammes d'engrais valant 2 000 francs. En déduisant le prix du phosphate, il reste 7 à 800 francs pour la potasse et l'azote.

Digitized by Google

CHAPITRE IV.

VALEUR NUTRITIVE ET PÉCUNIAIRE DES DRÈCHES.

Article 1er. — Valeur nutritive des drèches.

Nous avons dit qu'on donne le nom de *drèches* au résidu de la distillation des moûts fermentés. Quelquefois on lui donne également le nom de *vinasses*; mais cette dernière désignation s'applique plus généralement au liquide séparé de la matière solide des drèches.

Pour déterminer la valeur nutritive d'une drèche, il ne faut pas se baser sur la composition moyenne des drèches donnée dans les livres. Ces moyennes résultent d'analyses nombreuses, mais qui varient beaucoup entre elles. Ainsi une drèche contenant 4 pour 100 de matière solide et une autre 8 pour 100 donneront une moyenne de 6 pour 100. Si on fait le calcul sur cette moyenne, on fera une grosse erreur, puisque les deux drèches ont varié du simple au double. Il faut donc établir ces calculs sur l'analyse directe de la drèche en expérience. Les drèches varient, en effet, beaucoup en richesse suivant la nature des matières premières, la concentration des moûts, la durée de la fermentation.

Il faut donc avoir fait l'analyse de tous ces éléments, pommes de terre, céréales, malt.

Il faut déterminer aussi le degré de chute de la fermentation. le rendement obtenu dans la fabrication; ce rendement est aussi très variable et doit être fait de temps en temps, en se basant sur les quantités de malt, d'orge, de maïs, etc., consommées, en tenant compte de la quantité d'alcool et de levure, si on la recueille, et autant que possible de la valeur des produits secondaires de la fermentation et de la distillation. On trouve aussi dans les ouvrages des renseignements sur le rendement en drèche. Ces chiffres n'ont de valeur que comme renseignements et doivent être établis dans chaque cas particulier.

Influence de la quantité d'eau. — La drèche contenant 96 pour 100 d'eau environ est un aliment des plus aqueux. En alimentant à la drèche, on force donc le bétail à absorber une plus

Digitized by Google

grande quantité d'eau, qui doit être éliminée sous forme d'urine, en passant d'abord dans le sang.

Il en résulte, pour l'animal, une dépense de force plus grande et, par suite, de chaleur. La source de chaleur étant en fin de compte la nourriture, il faudra lui donner une plus grande quantité d'aliments. En même temps la quantité d'eau exhalée par les poumons est augmentée, ce qui est encore une perte de chaleur.

En outre, cette eau délaie les sucs digestifs, ce qui nuit à l'action des ferments qui se trouvent trop dilués. C'est évidemment aussi un inconvénient, car les aliments végétaux sont d'une digestibilité difficile et longue. Enfin les tissus formés sont plus aqueux. Il ne faut donc pas, dans l'alimentation, faire intervenir une trop grande quantité de drèches, et celles-ci doivent être préparées aussi concentrées que possible.

Nature des matières azotées. — La plus grande partie des matières azotées des drèches est sous la forme d'albuminoïde; la forme d'amide est en très petite quantité sauf pour la pomme de terre.

Les pommes de terre contiennent une assez grande quantité d'amide : 55 pour 100 de l'azote est en albuminoïdes, 45 pour 100 en amides.

Les amides ont, pour les animaux supérieurs, une moins grande valeur nutritive que les albuminoïdes. Au contraire, les amides sont préférées pour la levure; aussi il faut se demander ce que devient la matière azotée pendant la fermentation. On sait qu'une partie redevient insoluble; sur 50 parties de matières azotées solubles contenues dans le moût, 10 à 15 redeviennent insolubles pendant la fermentation. Mœrcker admet que, sur 100 parties de matières albuminoïdes, la drèche de pommes de terre en contient 72 sous forme d'albuminoïdes, et 28 sous forme d'amides.

La valeur alimentaire de la pomme de terre a donc augmenté pendant la fermentation, et la vinasse est plus assimilable que la pomme de terre elle-même. La distillerie est donc une industrie agricole très intéressante et qu'il faut encourager.

Les *vinasses de mélasse* ne contiennent en albuminoïdes que l'azote qui est devenue insoluble pendant la fermentation. De plus, elles contiennent une tellement grande quantité de sels

Digitized by Google

que leur emploi alimentaire n'est pas à recommander. Mais nous avons vu qu'on les utilise autrement.

Quant à la question de la quantité de matières azotées à fournir aux animaux, il ne paraît pas y avoir d'autre inconvénient à leur en fournir un excès que la question économique. Les matières azotées coûtent plus cher que les non azotées, en agriculture; mais il n'en est pas de même en distillerie, où la drèche est toujours ou presque toujours en quantité abondante.

Matières non azotées. — Les matières non azotées sont importantes en distillerie, parce qu'elles sont, sauf la cellulose, en quantité insignifiante; c'est la cellulose seule qui est l'hydrocarbonée active. Elle est sans intérêt pour le distillateur qui n'a nulle raison pour l'économiser. La pectine, les gommes et autres hydrates de carbone n'ont aussi qu'une valeur accessoire. Les acides gras volatils ne sont pas intéressants ; ils sont même nuisibles, quand ils sont en trop grande quantité.

Matières grasses. — Les matières grasses, comme les hydrates de carbone, ne sont pas considérées comme des aliments véritables, mais des producteurs de chaleur. Cependant ils jouent un rôle plus important, puisque leurs acides se transforment en albuminoïdes ou, au moins, en amides complexes.

Les pommes de terre en contiennent fort peu, 0 kg. 2 pour 100 litres de vinasse. Les grains et le maïs surtout, en contiennent plus. On travaille souvent maintenant, en Allemagne, le maïs mêlé aux pommes de terre.

Matières minérales. — La potasse et les phosphates sont les éléments les plus importants. Les drèches en contiennent, en général, une quantité suffisante, sauf en chaux ; mais la chaux est si abondante dans tous les aliments qu'il n'est pas ordinairement utile de s'en occuper. Quelques cultivateurs conseillent l'addition de la craie (100 grammes par jour et par tête).

Température. — Il y a un grand avantage à donner la vinasse aussi chaude que possible. C'est autant de chaleur de moins que l'animal devra produire avec ses aliments. La température la plus convenable paraît être celle du corps (37°), mais il faut la vendre beaucoup plus chaude, parce que la température de 37° est très favorable aux fermentations butyriques et autres.

Digitized by Google

Il est, par conséquent, utile de disposer un tuyau de vapeur pour pouvoir la réchauffer avant la vente.

Quantité de drèche. — La question de la quantité de drèche à faire absorber aux animaux n'est pas encore expérimentalement établie.

La quantité convenable, pour les bœufs à l'engrais de 600 à 700 kilogrammes, est de 100 à 120 litres au moins ; 60 à 80 litres peuvent être considérés comme une bonne moyenne.

Pour les vaches laitières, on en donne moins : 60 à 70 litres au plus, 50 litres en moyenne. Une trop grande quantité donne un mauvais goût au lait.

Il est avantageux d'associer d'autres aliments à la drèche. La drèche paraît avoir subi des modifications dans le travail de la distillerie. Ce n'est plus un élément normal ; les éléments ne sont plus dans les proportions naturelles. La nourriture exclusive par la vinasse paraît être funeste au bout de quelque temps.

On peut associer à la drèche des fourrages qui remplissent l'estomac et facilitent la rumination. Les bœufs, nourris exclusivement à la drèche, finissent par ne plus ruminer. Le foin ou la paille paraissent favorables.

La ration habituelle est moitié de drèches et moitié de fourrage. Sur 26 kilogrammes d'aliment pour 1.000 kilogrammes de viande vivante, on donne 13 kilogrammes de drèches et 13 kilogrammes de fourrages ; mais on peut réduire beaucoup le chiffre du fourrage, même jusqu'à 4 à 5 kilogrammes par tête de 500 kilogrammes ; on ne peut, d'après Mœrcker, diminuer plus.

Les fourrages qu'il faut préférer sont : le foin, le trèfle, la luzerne ou, faute de mieux, la paille ; mais les animaux mangent la paille avec moins d'appétit et en moins grande quantité. On pourrait mêler la paille hachée avec la drèche. On ajoute quelquefois aussi des germes de malt, du son et autres déchets de la distillerie. On peut ajouter aussi des tourteaux ; les tourteaux des huileries communiquent au lait une saveur âcre comme l'huile de moutarde.

L'huile de palme donne des tourteaux qui ne contiennent pas ces principes âcres, sulfurés ; aussi ils augmentent la sécrétion du lait et la richesse en beurre.

Digitized by Google

Le maïs peut aussi être associé, surtout aux vinasses de pommes de terre qui sont pauvres en matières nutritives.

La drèche liquide ne convient pas aux animaux de travail, mais les bœufs à l'engrais et les vaches laitières s'en trouvent bien; la production du lait est notablement augmentée.

Elle ne convient pas aux moutons qui n'aiment pas les aliments humides; cependant on peut sans inconvénients leur en donner quelques litres. On peut en faire prendre aussi aux porcs.

Elle ne convient nullement aux chevaux, mais peut-être pourrait-on, dans ce cas, faire usage de drèche sèche ou égouttée.

La volaille au bout de quelque temps l'accepte bien.

Voici quelques formules de ration de drèches données par Mœrcker; elles s'appliquent aux drèches des pommes de terre, qu'on pourra remplacer par des drèches de grains, en tenant compte approximativement de la différence de composition, mais sans diminuer trop, comme nous l'avons dit, les aliments accessoires. Chaque ration est pour 500 kilogrammes de viande vive.

Ration de drèche faible :

4 kg. de paille ou balles
2 kg. de foin
40 litres de vinasses

Cette ration sert de base ; on la complète :
Pour les vaches à lait :

3 kg. son	2 kg. tourteaux	2 kg. d'orge
3/4 kg. tourteaux	2 kg. maïs concassé	1 1/2 kg. tourteaux ou haricots concassés.

Pour les bœufs à l'engrais :

3 kg. son	2 kg. 1/2 tourteaux	3 kg. orge
2 kg. tourteaux	2 kg. 1/2 maïs concassé	3 kg. tourteaux.

Ration plus forte :

4 kg. paille ou balles
2 kg. foin
60 litres de vinasse

Avec addition de :

Digitized by Google

Pour les vaches à lait :

3 kg. son	1 kg. 1/2 maïs concassé	2 kg. orge concassé
3 kg. son	1 kg. 1/2 tourteaux	1 kg. tourteaux

Pour les bœufs à l'engrais:

2 kg. son	2 kg. tourteaux	2 kg. tourteaux
2 kg. tourteaux	2 kg. maïs concassé	2 kg. orge.

Ration de drèche maxima.

4 kg. de paille ou balles
2 kg. de foin
80 lit. de vinasse.

Avec complément :
Pour les vaches à lait :

2 kg. son de froment	2 kg. d'orge
3/4 kg. maïs concassé	1 kg. 1/2 de tourteaux
1 kg. 1/2 maïs concassé	2 kg. son de froment
1 kg. 1/2 de tourteaux	3 kg. 1/4 d'orge concassé

1 kg. 1/2 de maïs concassé
1/2 kg. de haricots concassés

Pour les bœufs à l'engrais:

1 kg. 1/2 de son	3 kg. de tourteaux	1 kg. 1/2 de maïs concassé
1 kg. 1/2 de tourteaux	—	1 kg. 1/2 de tourteaux

Article 2. — Valeur pécuniaire des drèches.

Mœrcker a calculé la valeur des drèches. Il admet que les corps gras et les matières azotées valent 0 fr. 50 le kilogramme; les matières extractives non azotées, 0 fr. 20 par kilogramme. On peut établir ainsi la valeur de 100 kilogrammes de drèches; Mœrcker arrive aux chiffres suivants qui ne peuvent être que des renseignements. Il faut établir ces chiffres sur chaque analyse :

Digitized by Google

100 kg. de vinasse de pomme de terre .	2 fr. 17
— seigle	10 —
— maïs	11 — 55

Voici, d'autre part, d'après M. Durin (1889), les valeurs comparées des divers résidus de fermentation par hectolitre d'alcool, à égalité de pouvoir nutritif avec le foin à 10 francs les 100 kilogrammes (chiffres donnés toujours comme simples renseignements) :

Drèches de maïs	24 fr. 12
— de seigle	23 — 94
— de topinambours	15 — 10
— de pommes de terre	14 — 10
Pulpes de betteraves	14 — 95
— de diffusion à l'eau	10 — 25
— de presses continues (travail ordinaire).	9 — 64
Pulpes de presses continues (macération à la vinasse)	12 — 40

Digitized by Google

TABLE

DES PRINCIPALES EXPRESSIONS TECHNIQUES

EMPLOYÉES EN DISTILLERIE

1° Français; 2° Allemand; 3° Anglais.

NOTA. — Par suite d'une réforme de la langue allemande, certains auteurs et notamment Mœrcker ont adopté une orthographe spéciale pour certains mots.

A

Accroissement,	*Vermehrung,*	*Increase, growth.*
Acescent,	*Säuerwerdend, Säuerlich,*	*Acescent.*
Acéteux, acétique, acide acétique,	*Essigsäuer, Essigsäure*	*Acetous, acetic.*
Acétification,	*Essigbildung,*	*Acetification.*
Acétimétrie,	*Essig prüfung,*	*Acetimetry.*
Acidification,	*Säuerung,*	*Foxing.*
Acidifier, aciduler,	*Ansäuern,*	*To acidify.*
Acidimètre,	*Acidimeter,*	*Acidimeter.*
Action, activité,	*Wirkung,*	*Action, activity, operation.*
Affinité,	*Affinität,*	*Affinity.*
Alambic,	*Helm Blase,*	*Still, alembic, boiler.*
Albuminate,	*Albuminat,*	*Albuminate.*
Albumine,	*Albumin,*	*Albumen.*
Albumineux,	*Eiweissartig,*	*Albuminous.*
Alcalimètre,	*Alcalimeter,*	*Alcalimeter.*
Alcool,	*Alkohol, Weingeist,*	*Alcohol.*
Alcool amylique,	*Fusel Oel,*	*Fusel oil, fousel oil, amylic alcohol.*
Alcool fin,	*Feinsprit,*	*Fine spirit.*
Alcool fort,	*Weinsprit,*	*Pri a spirit.*
Alcool preuve,	*Normal Weingeist,*	*Proof spirit.*
Alcool rectifié,	*Rectificierter Alkohol,*	*Rectified alcohol.*
Alcoomètre,	*Alkoholometer,*	*Alcoholometer, spirit poise.*
Aldéhyde,	*Aldehyd,*	*Aldehyde.*
Amidon,	*Stärke,*	*Starch, fecula.*
Analyse,	*Analyse,*	*Analysis.*
Analyser,	*Auflösen,*	*To analyse.*

Digitized by Google

Antiseptique,	*Antiseptisch, Fäulniss,*	*Antiseptic.*
Appareil,	*Anstalt,*	*Apparatus.*
Appareil d'alimentation de chaudière à vapeur,	*Füllapparat, Speiseapparat,*	*Feed apparatus, feeding apparatus.*
Appareil distillatoire,	*Brennapparat,*	*Distilling apparatus.*
Appareil de macération,	*Maischapparat,*	*Mashing machinery.*
Aréomètre,	*Aräometer, Geeichter areomäter,*	*Areometer, hydrometer, hydrostatical balance, water poise.*
Aréomètre à poids constant,	*Wasserwage,*	*Hydrometer with weight, weight areometer.*
Arrosage,	*Anfeuchtung, Bewässerung,*	*Irrigation, irrigating, watering.*
Atmosphère,	*Dunstkreis,*	*Atmosphere.*
Atténuation,	*Attenuation, Vergährung,*	*Attenuation.*
Avoine,	*Hafer,*	*Oats.*

B

Bac à décharge,	*Bierbehälter, Bottich,*	*Beer wat.*
Ballon,	*Kolbe,*	*Matrass.*
Baromètre,	*Barometer,*	*Barometer, water glass.*
Base,	*Base,*	*Base.*
Base acidifiable,	*Saurefähigebase,*	*Acidifiable base.*
Base salifiable,	*Salzfähigbase,*	*Salifiable base.*
Bec d'un alambic,	*Helmschnabel, Helmrohr,*	*Nose, nozzle, beak.*
Betterave,	*Zuckerrübe,*	*Beet, beet root.*
Bière,	*Bier, Würze,*	*Beer.*
Bière de garde,	*Dauerbier, Lagerbier.*	*Strong beer, beer for keeping.*
Bière de table,	*Nachbier, Dünnbier,*	*Table* or *small beer.*
Blé,	*Korn, Schrot, Weizen,*	*Wheat, corn.*
Blé égrugé,	*Schrot,*	*Coarse, grund corn.*
Bluter,	*Beuteln,*	*To bolt, to sift.*
Bluterie,	*Mehl Maschine,*	*Bolting mill, rubber, reel.*
Bluterie à force centrifuge,	*Centrifugalsichtmaschine,*	*Centrifugal bolting mill.*
Bluterie d'un moulin,	*Mehlmaschine, Beutelmaschine,*	*Bolting mill, rubber, reel.*
Blutoir,	*Beutel,*	*Bolter, sifter.*
Bois de pin rouge,	*Fichtenholz, Rottannenholz,*	*Reddeal, pine wood, picht pine.*
Bouchon,	*Stöpsel, Stöpfel,*	*Plug.*
Bourgeonnement,	*Sprossung,*	*Budding-time.*
Brassage,	*Bierbrauen, Brauen, Eintaigen,*	*Brewing, mashing.*

Digitized by Google

Brasser,	*Brauen, maischen, meischen, eintaigen, einmaischen,*	*To brew, to mash the grains of malt, to soak malt.*
Brasserie,	*Brauerei, Brauhaus,*	*Brewery, brew house, brewing house.*
Brassin,	*Gebrau,*	*Brewing.*
Brassoir,	*Malzkrucke,*	*Iron rake, oar.*
Broyer,	*Quetschen.*	*To bruise.*
Broyeur de malt,	*Maischmühle, Entcholungsapparat,*	*Malt husks.*
Brûler,	*Verbrennen;*	*To burn.*
Burette,	*Burette,*	*Burett, pourett, dropping glass.*

C

Caillé,	*Käsigefallung,*	*Curds, curdy precipitation.*
Calciner,	*Rösten,*	*To roast, to calcine.*
Calorie,	*Einheit,*	*Caloric unity.*
Capacité calorifique,	*Kapacität,*	*Capacity fort heat, heat capacity.*
Carbonisation du bois,	*Köhlerei, Kohlenbrennerei,*	*Charring of wood.*
Carbonisation en cylindres,	*Retortenverkolhung Kölherei,*	*Cylinder charring, cylinder burning.*
Carboniser,	*Verkohlen,*	*To carbonize, to charr.*
Caséeux,	*Käsig,*	*Caseous curdy.*
Caséine,	*Kasein,*	*Caseum, casein.*
Caséine végétale,	*Kasein, Käsertoff,*	*Casein, legumine vegetable.*
Cellier à malt,	*Malzkeller,*	*Cellar cave.*
Cellulose,	*Cellulose, Zellulose,*	*Cellulose, Wood fibre.*
Céréales,	*Cerealien,*	*Cereals.*
Chaleur, calorique,	*Wärme,*	*Heat, caloric.*
Chaleur dégagée,	*Entwickeltewärme,*	*Generated heat.*
Chaleur de vaporisation,	*Verdampfungswärme, Dampfbildungsw.*	*Heat of vaporization, Steam generation.*
Changement, variation,	*Veränderung,*	
Chapeau de la bière,	*Spundhefe,*	*Head.*
Chapiteau d'un alambic,	*Destillierhelm,*	*Head, capital.*
Charbon,	*Kohle,*	*Coal.*
Charbon animal, charbon d'os,	*Tierischekohle, Beinschwarz, Kohleschwarz, Kuschenkohle,*	*Animal charcoal, Bone black, Bone charcoal.*
Charbon fin,	*Staubkohle,*	*Coal dust, dust.*
Charbon gras,	*Backkohle,*	*Caking coal, bitouminous coal.*
Charbon de cylindres,	*Retortekohle,*	*Cylinder (burnt) charcoal, cylinder charcoal.*

Digitized by Google

Charbon végétal,	*Vegetabilischekohle, Holzkohle, Retortekohle, In Cylinder verkohlte Kohle,*	*Vegetable charcoal, charcoal of wood.*
Chaudière d'appareil distillatoire,	*Distillier apparat,*	*Distilling apparatus boiler.*
Chaudière de brasserie,	*Braubratkessel,*	*Copper, Brewers copper.*
Chaudière à eau-de-vie,	*Branntwein Blase,*	*Still, alembic.*
Chaudière à vapeur,	*Fullapparat, Dampfkessel, Feuer rohrkessel,*	
Chimie appliquée,	*Angewandte Chemie*	*Practical chemistry.*
Cidre,	*Cidér, Apfelwein,*	*Cider.*
Clarification,	*Schönen,*	*Clarifying, fining.*
Coction,	*Kochen,*	*Coction.*
Cognac,	*Cognac, Branntwein,*	*Cognac, brandy.*
Coke,	*Coaks,*	*Coke, coak.*
Colature,	*Kolieren,*	*Colation, colature.*
Collage de la bière,	*Schönen, Abklären,*	*Fining.*
Colle d'amidon,	*Stärcke,*	*Paste.*
Colle de gluten,	*Kleberleim,*	*Glue of gluten.*
Colle d'os,	*Knoechnleim,*	*Glue of bones, gelatine of bones, animal gluten, osteocolle.*
Colle de pâte,	*Kleister.*	*Paste.*
Colorimètre,	*Kolorimeter,*	*Colorimeter.*
Combinaison,	*Zusammensetzung,*	*Combination.*
Combustion,	*Verbrennung,*	*Combustion.*
Concasseur,	*Quetschmähle*	*Bruising mill.*
Concentrer,	*Konzentrieren,*	*To concentrate.*
Condensation,	*Kondensation, Kondensierung,*	*Condensation.*
Conduite,	*Verhalten,*	*Conduite.*
Congélation, solidification.	*Erstarren,*	*Fixing, setting, congelation.*
Congeler (se),	*Gefrieren,*	*To congeal, to freeze.*
Conserver,	*Aufbewahren,*	*To keep, to preserve.*
Considérer,	*Berücksichtigen,*	*To considerer, to take into.*
Continu (travail),	*Betriebe.*	*Continuous system.*
Cornue,	*Birne, Kolbe,*	*Converter, vessel.*
Corps,	*Körper,*	*Body, substance.*
Corps gazeux,	*Elastischflüssigerkörper,*	*Aeriforme* or *gazeous body.*
Corps liquides,	*Tropfbarflüssigerkörper,*	*Liquid body.*
Corps plus lourds que l'eau,	*Sankerkörper,*	*Body heavier than water.*
Cossettes,	*Schnitzel,*	*Paring, clipping.*
Couche de malt,	*Haufen,*	*Couch.*

Digitized by Google

Couche d'huile,	*Fettschicht,*	
Cristallisation,	*Anschuss,*	*Crystallization.*
Cru,	*Ungekocht,*	*Unscoured, unboiled.*
Cucurbite,	*Blase, Kolben,*	*Distilling wessel, body of a distilling apparatus, flask, cucurbit, bottom part of an alembic, bolt head.*
Cuire la bière,	*Kochen,*	*To boil.*
Cuiseur,	*Dampfer,*	*Digesteur of Papin's system.*
Cuisson du moût de la bière,	*Zubrennen, Bierkochen, Wurzekochen,*	*Boiling of the wort.*
Cuve,	*Kufe, Bottich,*	*Coop, keeve, tun, vat, trough, wooden cistern.*
Cuve pour agiter,	*Vannenbottich,*	
Cuve guilloire,	*Gährbottich,*	*Gyletun, workingtun, working square, fermentive vat.*
Cuve matière,	*Maischbottich,*	*Mash tun.*
Cuve à moût,	*Maischbottich,*	*Mash tun, mashing tub.*
Cuve préparatoire,	*Vormaischbottich,*	
Cuve, réverdoir,	*Würzebrunnen,*	*Unterstock, under bock.*

D

Décantation,	*Decantieren, Decantierung,*	*Decantation.*
Décanter,	*Abgiessen, decantieren,*	*To decant, to pour off.*
Décoction,	*Abkochen,*	*Decoction.*
Décomposer,	*Zerlegen,*	*To decompose, to split up.*
Décortication,	*Entschalung,*	*Decortication.*
Déflegmation,	*Dephlegmieren,*	*Dephlegmation.*
Déflegmer,	*Entwässern,*	*To dephlegmate.*
Défuselation,	*Entfuselung,*	*Defuselation.*
Défuseler,	*Entfuseln,*	*To free spirits from amylic alcohol, to defusel.*
Dépeleur,	*Maischmuhle, Entcholungs apparat,*	*Malt Husks.*
Dépendance,	*Abhängigkeit,*	*Dependance.*
Dépense de vapeur,	*Dampfverbrauch,*	*Steam consumption.*
Déposer un précipité,	*Bilden, niederfallen,*	*To subside.*
Déposer (se),	*Niederfallen,*	*To be deposited, to be precipitated, to sedl down, to separate. to precipitate, to fall down, to the bottom, to settle.*
Dépôts (enlever),	*Den Kessel klopfen,*	*To scale a boiler.*

Digitized by Google

Désoxydation,	*Desoxydation,*	*Desoxydation, deoxygenation.*
Despumation,	*Abschäumung,*	*Scumming, skumming.*
Dessécher le malt,	*Darren, trotknen,*	*To dry, to cure malt.*
Dessication,	*Austrocknung,*	*Drying.*
Développement, accroissement,	*Entwickelung,*	*Development.*
Développer,	*Ausführen,*	*To work out.*
Dextrine,	*Dextrin,*	*Dextrin, british gum, artificial gum, torrefied starch, starch gum.*
Dialyse,	*Dialyse,*	*Dialyses.*
Dialyser.	*Dialysiren,*	*To dialyse.*
Dialyseur,	*Dialysator,*	*Dialyser, hoop dialyser.*
Dialytique,	*Dialytisch,*	*Dialytic, dialytical.*
Diastase,	*Diastas,*	*Diastase.*
Diffusat,	*Diffusat,*	*Diffusate.*
Diffusibilité,	*Diffusion, Vermögen,*	*Diffusibility.*
Diffusion,	*Diffusion,*	*Diffusion.*
Diluer,	*Verdünnen,*	*To dilute.*
Dissolution,	*Laugen,*	*Dissolwing.*
Dissolvant,	*Lösungmittel,*	*Solvent, dissolvent.*
Distillable,	*Destillierbar,*	
Distillateur,	*Branntbrenner,*	*Distiller.*
Distillation,	*Destillieren, Destillation,*	*Distillation, distilling.*
Distillation continue,	*Ununterbrochenedestillation, Vorwährende Destillation,*	*Continual distillation.*
Distillation fractionnée,	*Fractionnierte destillation,*	*Fractional distillation.*
Distillation *per ascensum,*	*Aufsteigende Destillation,*	*Distillation by ascent.*
Distillation *per descensum,*	*Abswärtsgehende Destillation,*	*Distillation by descent.*
Distillation d'eau-de-vie,	*Branntbrennerei,*	*Distillation of spirit.*
Distiller,	*Brennen, destillieren,*	*To distill, to abstract.*
Distillerie,	*Brennerei,*	*Distillery of spirit, still house.*
Distillerie de rhum,	*Rumfabrik,*	*Rum distillerie.*
Distribuer,	*Vertheilen, verteilen,*	*To distribute.*
Dosage en poids,	*Geeichteranalyse,*	*Analysis by weight, gravimetrical analysis.*
Doser,	*Quantitativ bestimmen,*	
Drague,	*Maltztreber,*	*Returus, malt residuum.*
Drèche,	*Malztreber, Schlempe, Malzschrot,*	*Brused malt, laist.*

Digitized by Google

E

Eau,	*Wasser,*	*Water.*
Eau dure,	*Harteswasser,*	*Hard water.*
Eau-mère, lessive,	*Mutterlauge,*	*Mother-lye, lye, ley, mother liquor.*
Eau-de-vie,	*Branntwein, Alkohol,*	*Spirits, ardent spirits brandy, wisky.*
Eau-de-vie faible,	*Branntwein von 37°, 41°, 45° Tralles,*	*Spirit of 34°, 27°, 20° under proof; spirit of 23° underproof; spirit of 13° et 8° under proof.*
Eau de-vie forte,	*Branntwein,* 55°, 58° *Tralles,*	*Spirit of 3° under proof.*
Eau-de-vie preuve d'huile,	*Branntwein,* 59° *Tralles,*	*Spirit of 3° ower proof.*
Eaux courantes,	*Fliessendegewässer,*	*Running waters.*
Eaux stagnantes,	*Stehendegewässer,*	*Stagnante waters.*
Ebullition,	*Kochen, schaümen,*	*Ebullition, boiling.*
Echantillon, essai,	*Probe Versuch,*	*Sample, specimen, assay.*
Echappement de vapeur,	*Entweichen,*	*Escape.*
Ecraseur de moût,	*Maischmühle,*	*Mash mill.*
Ecumage,	*Abschäumung,*	*Skumming, scumming.*
Ecumer,	*Abschaümen,*	*To despumate.*
Effervescence,	*Aufbrausen, Schaümen,*	*Effervescence, ebullition, fermentation.*
Egruger,	*Schroten,*	*To rough grind, to bruise.*
Elément,	*Element,*	*Element, elementary or simple body.*
Emploi,	*Anwendung, Verwendung,*	
Empois,	*Stärke,*	*Starch paste.*
Enlever les dépôts d'une chaudière,	*Den Kessel klopfen,*	*To scale a boiler.*
Ensemencement,	*Aussaat,*	*Seed, sowing.*
Eprouvette,	*Probierglass,*	*Test glass, test tube.*
Epurer,	*Rectificieren,*	
Equivalent,	*Mischungsgewicht,*	*Equivalent, atomic weight.*
Ergot de blé,	*Mutterkorn,*	*Ergot, blasted corn.*
Escourgeon,	*Gerste, Starchkorn,*	*Starch corn, amel corn, bear, bigg.*
Espace pour la montée de la levure,	*Steigraum,*	*Starchorn.*
Esprits,	*Alkohol, Weingeist,*	*Spirits, ardentspirits.*
Essai,	*Probe,*	*Assay, essay, trial, experiment.*
Etendre, diluer,	*Verdünnen,*	*To dilute.*
Ether,	*Æther,*	*Ether.*

Digitized by Google

Etuve,	*Darrkammer,*	*Stowe, drying house, drying stowe.*
Etuve à vapeur,	*Dampftrockenkammer,*	*Steam drying apparatus.*
Etuvé,	*Getrocknet,*	*Dried.*
Evaporation,	*Verdampfung, abdampfen, verdunsten,*	*Evaporation, vaporization.*
Evaporer,	*Verdampfen,*	*To evaporate, to exhalate.*
Exprimer,	*Ausdrücken,*	*To squeeze.*
Extracteur,	*Auswerfer,*	*Extractor.*
Extractif,	*Extractivstoff,*	*Extractive motter.*
Extrait,	*Auszug,*	*Extract.*

F

Farine,	*Mehl, Staub...,*	*Flour meal.*
Farine de sarrasin,	*Büchweizenmehl,*	*Buck wheat flour.*
Farine de seigle,	*Roggenmehl,*	*Rye flour, rye meal.*
Fécule,	*Stärke,*	*Starch, amylum, fecula.*
Ferment,	*Gährungsmittel,*	*Ferment, zymerna, fret, fermentative.*
Fermentation,	*Aufbrausen, Gährung, Gärung,*	*Effervescence, fermentation, ebullition.*
Fermentation acide,	*Säuregährung,*	*Sour fermentation, acetic fermentation.*
Fermentation alcoolique,	*Geistig..., Weiniggährung,*	*Vinous fermentation.*
Fermentation basse,	*Untergährung,*	*Fermentation from bellow, sedimentary fermentation.*
Fermentation complementaire,	*Nachgährung,*	*Second insensible fermentation, after fermentation.*
Fermentation avec dépôt,	*Unter gährung,*	*Fermentation from bellow, sedimentary fermentation, bottom fermentation.*
Fermentation haute, fermentation ordinaire,	*Obergärung,*	*Upper fermentation, surface fermentation.*
Fermentation principale,	*Hauptgährung,*	*Principal fermentation.*
Fermentation putride,	*Fäulniss,*	*Putrefaction.*
Fermentation spiritueuse,	*Geistigegährung,*	*Vinous fermentation.*
Fermenter,	*Gähren, Gären,*	*To work, to ferment, to rise.*
Filtre à charbon,	*Kohlenfilter,*	*Charcoal filter.*
Filtre du condenseur à eau froide,	*Destillierfilter,*	*Filter of the fresh water, condensing apparatus.*

Digitized by Google

Filtre-presse.	*Filterpresse,*	*Bag filter, sack filter.*
Filtre de Taylor,	*Beutel Filter,*	*Sack filter, Taylor's filter.*
Filtre en toile,	*Koliertuch,*	*Percolator, strainer, filter cloth.*
Flacon de Woolf,	*Woulfscheflasche,*	*Necked bottle.*
Flegme,	*Phlegma,*	*Phlegme, caput mortuum.*
Flotteur,	*Schwimmer,*	*Water gauge.*
Fluorhydrique(acide),	*Flusssäure,*	*Fluorhydric acid, hydrofluoric acid.*
Folle farine,	*Staubmehl,*	*Flour* or *meal dust.*
Fondre,	*Schmelzen,*	*To fuze, to smellt, to melt, to bring down, to liquify.*
Formique (acide),	*Ameisensäure,*	*Formic acid.*
Froid,	*Kälte,*	*Cold.*
Fusel ou fousel,	*Fusel,*	*Bad brandy, fusel brandy.*

G

Gailleteries,	*Nusskohlen,*	*Nutcoal, nuts, rakings.*
Gaze à bluterie,	*Seidene, Beutelgaze,*	*Bolting, closh of silk, silk ganze.*
Gélatine,	*Knochenleim,*	*Gelatin.*
Générateur de chaudière à vapeur,	*Dampfkessel,*	*Dampferzeuger,* m., *steamboiler, boiler, steamgenerator.*
Genièvre,	*Genever,*	*Hollands, outch gin, geneva.*
Germe,	*Keim,*	*Acrospire, plumule.*
Germe de malt,	*Malzkeim,*	*Sprig, bude, sprout.*
Germer,	*Keimen,*	*To sproud, to germinate, to spring up.*
Germination,	*Keimung,*	*Germination, sponding.*
Germoir,	*Malztenne,*	*Malt floor.*
Germoir mécanique,	*Malzkeimapparat,*	*Apparatus for malting.*
Glacière,	*Eisgrube,*	*Ice cellar, ice house.*
Gluten,	*Kleber, Kleberleim,*	*Gluten.*
Gonfler l'orge,	*Schwellen,*	*To raise, to swell.*
Gruaux,	*Schrotmehl,*	*Coarse meal, gronats.*
Guilloire (battre la),	*Die Gährung beleben,*	*To animate the fermentatio.*

H

Hauteur de la montée de la levure,	*Steighöhe,*	
Houille,	*Khole,*	*Coal.*

Digitized by Google

I

Incongelable,	*Nicht Gefrierbar,*	*Incongealable.*
Incrustations,	*Kesselstein,*	*Incrustation, sediment, deposit, fur stone, scale.*
Injecteur,	*Dampfstrahlpumpe,*	*Injector.*
Insipide,	*Geschmacklos,*	*Insipid.*

K

Kainite,	*Kainit,*	*Kainit.*

L

Lactique (acide),	*Milchsäure,*	*Lactic acid.*
Lait de malt,	*Malzmilch,*	*Milk.*
Laveur,	*Waschen,*	*Purifier.*
Légumine,	*Legumin,*	
Lessive,	*Lauge. Laugen,*	*Lie, lye, ley, lixivium.*
Lessiver,	*Laugen,*	*To steep in lye, to lixiviate, to buck.*
Levain,	*Hefe,*	*Leaven, ferment.*
Levain de boulanger,	*Sauerteig,*	*Leaven.*
Levain de secours,	*Nothefe,*	
Levure,	*Hefe, Hefegut,*	*Yeast, barm.*
Levure basse,	*Unterhefe,*	*Grund yeast.* Bottom yeast
Levure de culture,	*Reinzuchhefe,*	
Levure (culture de),	*Hefereinzucht,*	
Levure haute,	*Oberhefe,*	*Head yeast.*
Levure mère,	*Hefemutter,*	*Yeast mother.*
Levure pressée,	*Presshefe,*	*Dry yeast, pressed yeast, german yeast, german barm.*
Levure (races de),	*Heferasse,*	*Yeast race.*
Liquéfier,	*Schmelzen,*	*To liquefy.*
Liqueur,	*Ligueur,*	*Liquor cordial, cordial water.*
Liqueur douce.	*Milderliqueur,*	*Liqueur.*
Liqueur forte,	*Starckerliqueur,*	*Strong cordial.*
Liqueurs alcooliques,	*Getränke,*	*Spirits, ardent sdirits.*
Luttre,	*Lutter,*	

M

Macération,	*Beizen, Laugen,*	*Maceration, lixivaiting.*
Machine à laver,	*Waschmaschine,*	*Washing machine.*
Maïs,	*Mais,*	*India corn, maïze.*
Malaxeur,	*Entschäler,*	*The centrifrugal triturador.*

Digitized by Google

Malt,	*Malz, Malzgut,*	*Malt.*
Malt (rendement en),	*Malzausbeute,*	*Dividend, produce, yield.*
Malt séché à l'air,	*Schwellmalz,*	*Malt sufficiently air dried, wakered malt, air dried malt.*
Malt touraillé,	*Darrmalz,*	*Kiln dried mdlt.*
Malt vert,	*Grünmalz,*	*Greenmalt.*
Maltage,	*Malzen,*	*Malting.*
Malter,	*Malzen,*	*To malt.*
Malterie,	*Mälzerei,*	*Malt house.*
Malteur,	*Mälzer,*	*Maltster, maltman.*
Maniement	*Handhabung,*	*Management.*
Manière,	*Weise,*	*Wise.*
Manomètre,	*Manometer,*	*Manometer.*
Manomètre à air comprimé,	*Geschlossenes Luft Manometer,*	*Steam gauge with compressed air, compressed air manometer.*
Manomètre à air libre,	*Offenesluft Manometer,*	*Steam gauge with open leg, open air manometer.*
Manomètre différentiel,	*Differential Manometer,*	*Differential manometer.*
Manomètre à ressort,	*Feder Manometer,*	*Spring manometer, springsteam gauge.*
Marche (en bonne),	*In guten Betrieb,*	*In good working.*
Matières premières,	*Rohmaterial,*	*Raw material.*
Maturité,	*Reife,*	*Ripeness, maturity.*
Mélange,	*Mischung.*	*Mixture, mixing.*
Mélange réfrigérant,	*Kältemisch,*	*Frigoric mixture, freezing mixture.*
Mélanger,	*Mischen,*	*To mix.*
Mère de vinaigre,	*Essigmutter, Mutterfass,*	*Mother vat of vinegar.*
Merrain,	*Daubenholz,*	*Staves, clap board.*
Mettre en empois,	*Maischen,*	*To mash.*
Mise en œuvre,	*Verarbeitung,*	*Working.*
Moisir,	*Verschimmeln,*	*To mould, to contract mould, to must, ot mother, to grow mouldy, to get mouldy.*
Moisissures,	*Schimmel,*	*Mould, white film.*
Monte-charge mécanique,	*Mechanischer Aufzug,*	*Mechanical hoist.*
Mort,	*Tötung, Tödtung,*	*Death.*
Moudre,	*Mahlen, Schroten,*	*To gind.*
Mouillage,	*Einquellen, Anfeuchten,*	
Mouiller,	*Einquellen,*	*To moisten.*
Moulin,	*Mühle,*	*Mill.*
Moulin à blé,	*Getreidemühle,*	*Corn mill, flour mill.*

Digitized by Google

Moulin à malt,	*Malzmühle,*	*Malt mill.*
Mousse,	*Schaum,*	*Scume.*
Moût,	*Most, Würze, Maischen,*	*Must, wort.*
Mouture,	*Mahlgut, Mahlgeld,*	*Millers fee* or *toll, grist, grain, multure.*
Moûts clairs et épais,	*Dünn und Dickmaischen,*	
Mucilage,	*Schleim,*	*Mucilage.*
Mucique (acide),	*Milchzuckersäure,*	*Mucic acid, saccholactic acid.*

N

Nettoyer, nettoyage,	*Reinigen,*	*Scouring, cleaning, cleansing, clearing.*
Neutraliser,	*Abstumpfen,*	*To neutralise.*

O

Observation,	*Beobachtung,*	*Observation.*
Obturateur,	*Deckglass,*	*Cowering glass plate.*
Odeur de fusel,	*Fuselgeruch,*	*Smell of amylic alcohol* or *fusel oïl.*
Orge,	*Gerste, Bartgerste,*	*Barley.*
Orge éventail,	*Bartgerste,*	*Rice barley, bearded barley, sprat barley.*
Oxacide,	*Sauerstoffsäure,*	*Oxygenated acid, oxyacid, oxacid.*
Oxyder,	*Oxydieren,*	*To oxydate, to oxydise, to oxygenate, to oxygenise.*

P

Parties en poids,	*Geeichtesteil,*	*Part by weight.*
Pèse-liqueur,	*Liqueurwage,*	*Hydrometer.*
Pesée,	*Wägung,*	*Weighing.*
Pétrin,	*Backtrog,*	*Kneading trough, kneading hutch, brake.*
Phénol,	*Karbolsäure,*	*Phenol, carbolic acid, phenylic acid.*
Pin rouge (*Pinus picea*),	*Fichte,*	*Pine, pitch pine.*
Poids atomique,	*Mischunggewicht,*	*Atomic weights.*
Poids spécifique,	*Specifischer gewicht,*	*Specific weight, specific gravity.*
Point d'évaporation,	*Verdampfungspunckt,*	*Vaporizating point.*
Poire,	*Birne,*	*Pear.*
Poiré,	*Birnewein,*	*Perry.*

Digitized by Google

Poison,	*Gift,*	*Poison.*
Poix résine,	*Baumharz,*	*Resine of trees.*
Pompe à moût,	*Maischpumpe,*	*Mash pumpe.*
Pompe à vapeur,	*Dampfpumpe,*	
Porter un jugement,	*Beurtheilen,*	
Précipitation,	*Fällung,*	*Precipitation.*
Précipité,	*Niederschlag ,*	*Precipitate, Precipitation.*
Précipiter,	*Niederschlagen,*	*To precipitate.*
Préparation,	*Vorbereitung,*	
Préparer,	*Bereiten,*	*To prepare, to dress.*
Presse à malt,	*Malzquetschen Maschine,*	
Presser,	*Quetschen, ausdrücken,*	*To squeeze, to press out.*
Pression atmosphériqeu,	*Luftdruck,*	*Pressure of the air, atmospheric pressure.*
Pression (haute),	*Hochdruck,*	*High pressure.*
Présure,	*Lab, Säurungsmittel,*	*Rennet, rumet.*
Preuve (au-dessus de),		*Ower proof.*
Procédé,	*Verfahren,*	*Proceeding mode, methode.*
Produits principaux,	*Hauptproduct,*	
Progrès,	*Verlauf,*	
Propriété,	*Eigenschaft,*	*Quality.*
Puissance d'évaporation,	*Verdampfung Fähigkeit,*	*Evaporative efficienty.*
Pulvérisation,	*Zerkleinerung,*	
Purger,	*Ausblasen,*	*To blow off, to blow strough.*
Purifier,	*Reinigen,*	*To clean.*
Putréfaction,	*Fäulniss,*	*Putrid fermentation, putrefaction.*
Pyromucique (acide),	*Brenzliche Schleimsäure, Brenzliche milch, Zuckersäure,*	*Pyromucic acid, pyrosaccholactic acid.*

Q

Qualité,	*Beschaffenheit,*	*Quality.*

R

Race de levure,	*Heferasse,*	*Yeast race.*
Raffraîchir,	*Auffrischen,*	*To refresh, to renew.*
Raffraîchissoir,	*Kühler,*	*Cooler.*
Rayon polarisé,	*Polarisirtir Licht,*	*Polarized ray.*
Réactif,	*Reagens,*	*Precipitant, precipitating substance, test, reagent.*
Recettes,	*Vorschriften,*	*Recipe.*
Réchauffeur,	*Untersuchung,*	*Heater for feed water.*

Digitized by Google

Récolte,	*Entnahme,*	*Harvest.*
Rectification,	*Rectification,*	*Rectification, redistillation, doubling.*
Rectifier,	*Rectificieren,*	*To clear, to refine, to rectify, to redistill, to double.*
Réduction,	*Reduction,*	*Reduction.*
Réfrigérant tubulaire,	*Röhrenkühler,*	*Tubular refrigeration.*
Réfrigération,	*Abkühlen, Abkühlung,*	*Refrigeration, cooling,*
Refroidir,	*Abkühlen,*	*To cool.*
Refroidissement,	*Abkühlung,*	*Refrigeration, cooling.*
Relation,	*Verhältniss,*	*Relation.*
Rendement,	*Ausbeute, Ertrag,*	*Dividend, produce, yield.*
Résine jaune,	*Fichtenharz,*	*Common resin, yellow resin.*
Reverdoir,	*Würzebrünnen, Werckhütte,*	*Unterstock, underbock.*
Rhum, rhumerie,	*Rum, Rumfabrik,*	*Rum.*
Riz,	*Reis.*	*Rice.*
Robinet purgeur,	*Abblaserohr,*	*Blow off pipe.*
Robinet de vidange,	*Abblasehahn,*	*Blow off cock.*
Rouir,	*Rotten,*	*To ret, to rate, to steep, to water.*
Rouissage,	*Rotte, Landrotte,*	*Retting, steeping of flax, dew retting.*

S

Saccharimètre,	*Saccharimeter,*	*Saccharimeter.*
Saccharomètre,	*Saccharometer,*	*Saccharometer.*
Salle de fermentation,	*Gährraum,*	*Fermentigroom, rhummerie, guildive.*
Salle de levains,	*Hefekammer,*	*Yeast house.*
Sapin,	*Fichte, Fichtenholz,*	*Fir, fir-tree.*
Sarrasin,	*Büchweizen,*	*Buck wheat, black wheat.*
Sarrasin (farine de),	*Büchweisenmehl,*	
Saturation,	*Sättigen, Sättigung,*	*Saturation.*
Saturer,	*Sättigen,*	*To saturate.*
Seau,	*Eimer,*	*Poil, bucket, cask, rundler.*
Séché à l'air,	*Getrocknet an der Luft,*	*Air dried.*
Sécher,	*Abdarren,*	*To dry, to kiln dry.*
Séchoir,	*Trockenkammer,*	*Drying house.*
Seigle,	*Roggen,*	*Rye.*
Seigle (farine de),	*Roggenmehl,*	
Serpentin réfrigérant,	*Kühlschlange,*	*Warm refrigerator.*
Siliceux,	*Kieselartig,*	*Silicious, siliceous.*
Silicique (acide),	*Kieselsäure,*	*Silicic acid.*
Silo,	*Getreidekeller,*	*Silo, corn, pit.*

Digitized by Google

Soufrage,	*Auschweffeln,*	*Sulphuration, sulfurizing, sulphurization.*
Soupape de détente,	*Absperrklappe,*	*Cut off valve.*
Soupaped'évacuation,	*Abblaseventil,*	*Exhaust valve.*
Sucre, sucre de lait,	*Zucker, Milchzucker,*	*Sugar.*
Sulfure de carbone,	*Schwefelkohlenstoff,*	*Bisulfide of carbone, carbonid disulfide, alcohol sulphuris.*
Surchauffer,	*Dampfuberspannen,*	*To surcharge.*
Surmoût,	*Frischwürze,*	*New wart.*

T

Titre d'une solution,	*Gehalt,*	*Titre, standard of solution.*
Topinambours,	*Erdbirn,*	*Jerusalem artichoke.*
Torréfaction,	*Darren,*	*Torrefaction.*
Torréfier,	*Darren,*	*To torrefy.*
Touraillage,	*Darren,*	*Kiln, drying.*
Touraille,	*Darre, Malzdarre,*	*Malt kiln.*
Tournesol,	*Lackmuss,*	*Litmus, lacmus.*
Traitement,	*Behandlung,*	*Treatment.*
Traiter,	*Behandeln,*	*To treat, to manipulate.*
Travail continu,	*Ununterbrochene Betriebe,*	*Continuous system.*
Trempage, trempe,	*Anfeuchten, Einquellen, Feuchten, Quellung,*	*Steeping, humectation, wetting, steep water.*
Tremper,	*Anfeuchten.*	*To steep, to macerate, to wet, to moisten.*
Triturer,	*Zerreiben,*	*To triturate.*
Tube bouilleur,	*Feuerrohr,*	*Boiler tube, tubular boiler.*
Tubulure,	*Röhrenverbindung,*	*Neck.*
Tuyau collecteur,	*Sammelröhre,*	*Collecting pipe.*
Tuyau de conduite,	*Röhre.*	*Pipe, tube.*
Tuyau d'échappement de vapeur,	*Dampfableitungsrohr,*	*Waste steam pipe.*

V

Vapeur,	*Dampf,*	*Steam.*
Vapeur à basse pression,	*Niederdruckdampf,*	*Low pressure steam.*
Vapeur d'échappement,	*Abgangsdampf,*	*Exhaust steam, dead steam.*
Vapeur à haute pression,	*Hochdruckdampf,*	*High pressure steam.*
Vapeur non saturée,	*Uberhitzterdampf,*	*Overheated steam.*
Vapeur saturée,	*Gesättigerdampf,*	*Saturated steam.*
Vapeur sèche,	*Trockenerdampf,*	

Digitized by Google

Vapeur surchauffée,	*Uberhitzterdampf,*	*Surcharged steam.*
Vaporisation,	*Dampfbildung,*	*Steam generation.*
Vaporiser,	*Verdampfen,*	*To vaporize, to evaporate.*
Vase distillatoire,	*Cucurbit, distilliergefäss,*	Voir *Cucurbite.*
Vider la chaudière,	*Ablassen den Kessel,*	*To empty.*
Vin de fruits,	*Obstwein,*	*Fruit wine, domestic wine.*
Vinasse,	*Branntweinschlempe,*	*Distillers wash, spent wash.*

Z

Zymotechnie,	*Gährungslehre,*	*Zumology, zymology.*

Digitized by Google

TABLE

DES PRINCIPALES EXPRESSIONS TECHNIQUES

EMPLOYÉES EN DISTILLERIE

1° Allemand; 2° Français.

NOTA. — Quand une expression ne se trouvera pas à l'un des mots qui la composent, la chercher aux autres mots.

Par suite de la réforme de l'orthographe allemande, adoptée par Mœrcker, la manière d'écrire certains mots se trouve modifiée; les lecteurs tiendront compte de la correction avec d'autres auteurs.

A

Abblasehahn, m.,	Robinet de vidange.
Abblaserohr, n., *Ausblaserohr*, f.,	Robinet purgeur.
Abblaseventil, n.,	Soupape d'évacuation.
Abdampfen,	Evaporer.
Abdampfung,	Evaporation.
Abdarren,	Sécher, dessécher.
Abgangsdampf,	Vapeur d'échappement.
Abhängigkeit,	Dépendance.
Abklären, n.,	Collage (de la bière).
Abkochen, n.,	Décoction.
Abkochen (*Bier*),	Cuire (la bière),
Abkühlen,	Refroidir, se refroidir.
Abkühlen, n., *Abkühlung*, f.,	Réfrigération, refroidissement.
Ablassen (*den Kessel*),	Vider (la chaudière).
Abschäumen,	Ecumer, despumer.
Abschäumung, f.,	Despumation, écumage.
Absieden,	Décoction.
Absperrklappe, f.,	Soupape de détente.
Abstumpfen,	Neutraliser.
Acidimeter, n.,	Acidimètre.
Æther,	Ether.
Affinität,	Affinité.
Albumin, n.,	Albumine.

Digitized by Google

Albuminat, n.,	Albuminate.
Alcalimesser, m., *alcalimeter* n.,	Alcalimètre.
Aldehyd, m.,	Aldéhyde.
Alkohol, m.,	Alcool.
Alkoholometer, m.,	Alcoomètre.
Ameisensäure, f.,	Acide formique.
Analyse, f.,	Analyse.
Anfeuchten, n., *Anfeuchtung*, f.,	Trempage, arrosage.
Anfeuchten,	Mouiller, tremper.
Ansäuern,	Acidifier, aciduler.
Anschuss, m ,	Cristallisation.
Anstalt, f.,	Appareil.
Antiseptisch.	Antiseptique.
Anwendung, f.,	Emploi, application.
Apfelwein,	Cidre.
Aquavit,	Eau-de-vie.
Aräometer, n.,	Aréomètre, pèse-liqueur, pèse-esprit, balance hydrostatique.
Atmosphäre,	Atmosphère.
Atmosphärendruck, m., *atmosphärischer Druck*, *atmosphären Druck*,	Pression atmosphérique.
Attenuation, f.,	Atténuation.
Aufbewahren,	Conserver, réserver.
Aufbrausen, n.,	Effervescence, fermentation.
Auffrischen,	Rafraîchir.
Auflösen, n.,	Analyser.
Auflösung. f.,	Solution.
Aufzug (*Mechanischer*-), f.,	Monte-charge mécanique.
Ausbeute,	Rendement.
Ausblasen,	Purger, détendre.
Auschwefeln, n.,	Soufrage.
Ausdrücken,	Exprimer, presser.
Ausführen,	Développer.
Ausgeblasendampf, *ausgeblasenerdampf*,	Vapeur d'échappement.
Auspressen, *ausquetschen*,	Exprimer, presser.
Aussaat,	Ensemencement, graines pour semer.
Austrocknung, f.,	Dessiccation.
Auswerfer, m.,	Extracteur, éjecteur.
Auszug, m.,	Extrait.

B

Backkohle, f.,	Houille grasse, charbons gras.
Backtrog, m.,	Pétrin, huche.
Bärme,	Levain.
Barometer, n.,	Baromètre.
Bartgerste, f.,	Orge éventail, orge fausse, orge pyramidale.
Base, f.,	Base.

Digitized by Google

Base (*Salzfähige*),	Base salifiable.
Base (*Säurefähige*),	Base acidifiable.
Baumharz, n.,	Poix résine.
Behandeln,	Traiter, manipuler.
Behandlung, f.,	Traitement.
Beinschwarz, n.,	Charbon d'os, noir d'os, noir animal.
Beizen, n.,	Macération.
Beobachtung, f.,	Observation.
Bereiten,	Préparer, apprêter.
Berieselung,	Arrosage.
Berücksichtigen,	Considérer, avoir égard à.
Beschaffenheit, f.,	Nature, qualité.
Bestimmen quantitativ,	Doser.
Betrieb (*In guten*),	En bonne marche.
Betriebe (*Ununterbrochene*),	Travail continu.
Bett,	Couche de malt.
Beurtheilen,	Porter un jugement.
Beutel, m.,	Blutoir, bluteau.
Beutelfilter, n.,	Filtre de Taylor.
Beutelgaze,	Gaze à bluterie.
Beutelmaschine,	Bluterie d'un moulin.
Beuteln,	Bluter.
Beutelvorrichtung, f,	Blutoir, bluteau.
Bewässerung, f.,	Arrosage.
Bier, n.,	Bière.
Bierbehalter, m.,	Bac à décharge.
Bierbrauen, n.,	Brassage
Bierkochen, n.,	Cuisson de la bière.
Bierwürze, f.,	Bière.
Bilden,	Déposer (un précipité).
Birne, f.,	Poire.
Birne, f.,	Cornue.
Birnewein, n.,	Poiré
Blase, f.,	Cucurbite, alambic, bouilleur, bouilloire.
Blattkeim, m.,	Germe, plumule.
Bottich, m.,	Cuve, bac à décharge.
Bottich (*Wannen-*),	Cuve à agitateur.
Branntbrenner, m.,	Distillateur.
Branntbrennerei, f.,	Distillation d'eau-de-vie.
Branntwein, m.,	Eau-de-vie.
Branntwein von 37°, 41°, 45° Tralles,	Eau-de-vie faible, 16°, 17°, 18° Cart., 37°, 42°, 46° G.-L.
Branntwein ungefähr 43° Tralles,	Eau-de-vie preuve de Hollande, 18° Cart., 44° G.-L.
Branntwein 49°, 52° Tralles,	Eau-de-vie, 19°, 20° Cart., 50°, 53° G.-L.
Branntwein 55°, 58° Tralles,	Eau-de-vie forte, 21° Cart., 56° G.-L.
Brantwein 59° Tralles,	Eau-de-vie preuve d'huile, 22° Cart., 59° G.-L.
Branntweinblase, f.,	Chaudière à eau-de-vie.

Digitized by Google

Branntweinschlempe, f., *Branntweinspülicht*, n.,	Vinasse.
Braubraikessel, m., *Bratpfanne*, f.,	Chaudière de brasserie.
Brauen,	Brasser.
Brauhaus, *brauerei*, f.,	Brasserie.
Brennapparat, m., *Brenngerät*,	Appareil distillatoire.
Brennen,	Distiller.
Brennerei, f.,	Distillerie, brûlerie.
Brenzlichemilchzuckersäure,	Acide pyromucique.
Büchweizen, m.,	Sarrasin, blé noir.
Büchweizenmehl,	Farine de sarrasin.
Burette, f.,	Burette.

C

Capital,	Chapiteau d'un alambic.
Caput mortuum,	Phlegmes.
Cellulose, f.,	Cellulose.
Centrifugalsichtmaschine, f.,	Bluterie à force centrifuge.
Cerealien,	Céréales.
Chemie angewandte,	Chimie appliquée.
Cider, n.,	Cidre.
Coaks, m., *Coke*, m.,	Coke.
Coakskohle,	Houille grasse, charbon gras.
Cognac, m., *Cognak*, m.,	Cognac.

D

Dampf (*Gebrauchter-*)	Vapeur d'échappement.
Dampf (*Gesättiger-*),	Vapeur saturée.
Dampf (*Hochdruck-*), f.,	Vapeur à haute pression.
Dampf (*Niederdruck-*),	Vapeur à basse pression.
Dampf (*Trockener-*),	Vapeur sèche.
Dampf (*Überhitzter-*),	Vapeur surchauffée.
Dampf (*Ungesättigter-*),	Vapeur non saturée.
Dampfableitungsrohr, *Dampfausströmringsrohr*,	Tuyau d'échappement de vapeur.
Dampfbildung, f.,	Vaporisation.
Dampfbildungwärme, f.,	Chaleur de vaporisation.
Dampfer,	Cuiseur.
Dampferzeuger,	Générateur, chaudière à vapeur.
Dampfkessel, m.,	Générateur, chaudière à vapeur.
Dämpflass,	Cuiseur à vapeur.
Dampfpumpe zum Kesselspeisen,	Pompe à vapeur pour les générateurs.
Dampfstrahlpumpe, f.,	Injecteur Giffard.
Dampftrockenapparat,	Etuve à vapeur.
Dampfuberspannen, *Dampfuberhitzen*,	Surchauffer.

Digitized by Google

Dampfverbrauch,	Dépense de vapeur.
Darre,	Touraille.
Darren,	Dessécher le malt, torréfier, tourailler.
Darren, n., *Darrung*, f.,	Torréfaction, touraillage.
Darrkammer, f.,	Etuve séchoir.
Darrmalz, n.,	Malt touraillé.
Daubenholz, n.,	Merrain.
Dauerbier, n.,	Bière de garde.
Deckglas, n.,	Obturateur.
Dekantieren, n.,	Décantation.
Dekantieren,	Décanter.
Dephlegmieren, n.,	Déflegmation.
Dephlegmieren,	Déflegmer.
Desoxydation,	Désoxydation, désoxygénation.
Destillation, f., *Destillieren*, n.,	Distillation,
Destillation (*Abwärtsgehende-*),	Distillation *per descensum.*
Destillation (*Aufsteigende-*),	Distillation *per ascensum.*
Destillation (*Fractionierte*).	Distillation fractionnée.
Destillation (*Fortwährende-*),	Distillation continue.
Destillation (*Ununterbrochene-*),	Distillation continue.
Destillier, destillierer,	Distillateur.
Destillierapparat,	Appareil distillatoire.
Destillierapparatdampf,	Chaudière d'appareil distillatoire.
Destillierbar,	Distillable.
Destillierblase,	Alambic bouilleur.
Destillieren,	Distiller.
Destillieren, n., *Destillierung*, f.,	Distillation.
Destillierfilter,	Filtre du condenseur à eau froide.
Destilliergefäss,	Vase distillatoire, cucurbite.
Destillierhelm, m.,	Chapiteau d'un alambic.
Destillierkolben,	Alambic bouilleur.
Dextrine, n.,	Dextrine, gommeline, gomméine, gomme, indigine, amidon grillé.
Dialysator, m.,	Dialyseur.
Dialyse, f.,	Dialyse.
Dialysieren,	Dialyser.
Dialytisch,	Dialytique.
Diastas, n., *Diastase*, f.,	Diastase.
Differential Manometer,	Manomètre différentiel.
Diffusat, n.,	Diffusat.
Diffusion, f.,	Diffusion.
Diffusionvermögen, n.,	Diffusibilité.
Dose, f.,	Cuve, guilloire.
Dünnbier,	Petite bière, bière de table.
Dunstkreis, m.,	Atmosphère.
Durchseihen,	Colature.

Digitized by Google

E

Eigenschaft, f.,	Propriété.
Eimer, m.,	Seau.
Einfacher Element,	Elément, corps simple.
Einheit Wärmer,	Calorie.
Einmaischen, *Einmeischen*,	Brasser, démêler les grains, encuver le malt, rompre la trempe.
Einquellen, n.,	Mouillage.
Einquellen,	Macérer, tremper, mouiller.
Einquellwasser, n.,	Trempe.
Einspritkondensation,	Condensation par injection.
Eintaigen, n.,	Brassage, démêlage.
Eintaigen,	Démêler, brasser.
Einweichen,	Macérer, tremper, mouiller.
Eisgrube, f., *Eishaus*, *Eiskeller*,	Glacière.
Eiweiss, *Eiweisstoff*,	Albumine.
Eiweissartig,	Albumineux.
Eiweissleim,	Colle végétale, colle de gluten.
Element n., *chemisches Element*, n.,	Elément, corps simple.
Elfenbeinschwarz, n.,	Charbon d'os, noir animal.
Entfuseln,	Défuseler.
Entfuselung, f.,	Défuselation.
Entnahme,	Récolte.
Entschalung, f.,	Décortication.
Entschalungsapparat,	Appareil dépeleur.
Entwässern,	Déflegmer.
Entweichen, n., *Entweichung*, f.,	Echappement (de vapeur).
Entwickelte Wärme, f.,	Chaleur dégagée.
Entwickelung, f.,	Développement, accroissement.
Erdapfel, f., *Erdbirn*, f.,	Topinambour.
Erstarren, n.,	Congélation, solidification.
Ertrag, m.,	Rendement.
Essigbildung, f.,	Acétification.
Essigmutter, f.,	Mère de vinaigre.
Essigprufung, f.,	Acétimétrie.
Essigsauer,	Acéteux, acétique.
Essigsäure,	Acide acétique.
Extract,	Extrait.
Extractivstoff, m.,	Extractif, matière extractive.

F

Fächergerste,	Orge éventail, orge fausse, orge pyramidale.
Fällen, m., *Fällung*, f.,	Précipitation.
Fallungsmittel,	Précipitant, réactif.
Farbenmesser, m.,	Colorimètre.
Fäulniss, f., *Faulende Gährung*, f.,	Fermentation putride.
Fäulnisswidrig,	Antiseptique.
Federmanometer,	Manomètre à ressort.

Digitized by Google

Feinsprit,	Alcool fin.
Ferment,	Ferment.
Fettkohle,	Houille grasse, charbon gras.
Fettschischt,	Couche d'huile.
Feuchten,	Mouiller, tremper.
Feuerrohr, n.,	Tube bouilleur.
Feuerrohrkessel, m.,	Chaudière à tubes.
Fichte, f.,	Sapin, sapin rouge, pin (*pinus picea*).
Fichtenharz (*Gelbes*), n.,	Résine jaune, poix résine.
Fichtenholz, n.,	Bois de sapin rouge, bois de pin.
Filterpresse. f.,	Filtre-presse
Flasche (*Woulsche-*),	Flacon de Woolf.
Flüsssäure,	Acide fluorhydrique.
Fortwährendedistillation,	Distillation continue.
Frischwürze,	Surmoût.
Früchtwein,	Vin de fruit.
Fruhgerste,	Escourgeon.
Fullapparat, m.,	Appareil d'alimentation de chaudière à vapeur.
Fusel,	Parties peu volatiles de l'eau-de-vie, fusel ou fousel.
Fusel geruch, m.,	Odeur de fusel.
Fusel oil, n.,	Alcool amylique impur, huile de pommes de terre, huile de fusel.
Futtergerste,	Escourgeon.

G

Gährbottich, m.,	Cuve, guilloire.
Gähren,	Fermenter, entrer en fermentation.
Gährraum, m.,	Salle de fermentation.
Gährung, f., *Gärung*,	Effervescence, fermentation.
Gährung beleben (*Die*),	Activer la fermentation, battre la guilloire.
Gährungslehre,	Science des ferments.
Gährungsmittel, m.,	Ferment.
Gährung (*Nach-*), f.,	Fermentation insensible, fermentation complémentaire.
Gährung (*Ober-*).	Fermentation ordinaire.
Gährung (*Säure-*),	Fermentation acide
Gährung (*Unter-*),	Fermentation avec dépôt.
Gährungstoff,	Effervescence, fermentation.
Gäst,	Levure, lie, levain.
Gebrau, n.,	Brassin.
Gebrauchterdampf,	Vapeur d'échappement.
Geeichter Analyse,	Dosage en poids.
Geeichter Aräometer,	Aréomètre à poids constant.
Geeichtesteil, m.,	Parties en poids.
Gefrierbar (*Nicht*),	Incongelable.
Gefrieren,	Se congeler.
Gehalte, m.,	Titre (d'une solution).

Digitized by Google

Geistige Gährung,	Fermentation spiritueuse et vineuse.
Geistige spirituosen,	Esprits, liqueurs alcooliques.
Genever (feiner),	Genièvre fin.
Gerste, f.,	Orge.
Gerste Sechszeilige,	Escourgeon.
Gesättigt,	Saturé.
Geschlossenes Luft Manometer,	Manomètre à air comprimé.
Geschmacklos,	Insipide.
Gest,	Levure, lie, levain.
Getränke, n.,	Esprits, liqueurs alcooliques.
Getreide, n.,	Céréales.
Getreidekeller, m.,	Silo, grenier à grains.
Getreidemühle, f.,	Moulin à blé.
Getreide Pflanzen,	Céréales.
Getrocknet,	Etuvé, séché.
Getrocknet an der Luft,	Séché à l'air.
Getwässer,	Eaux.
Gewässer (Fliessende),	Eaux courantes
Gewässer (Stehende),	Eaux stagnantes.
Gewicht (Specifisches),	Poids spécifique.
Gift, n.,	Poison.
Gluten,	Gélatine végétale. gluten.
Graskeim, m.,	Germe, plumule.
Grundstoff,	Elément, corps simple.
Grünmalz,	Malt vert.

H

Hafer, m.,	Avoine.
Hanähabung, f.,	Maniement, manœuvre.
Harteswasser, n.,	Eau crue ou dure.
Haufen viereckiger,	Couche (de malt).
Hauptgährung,	Fermentation principale.
Head,	Chapiteau d'un alambic.
Hefe, f., *Hefegut*,	Levure, lie, levain.
Hefekammer, f.,	Salle des levains.
Hefemutter,	Levure mère.
Heferasse,	Race de levure.
Helm,	Alambic, bouilleur.
Helmschnabel, m., *Helmrohr*, n.,	Bec (d'un alambic).
Hochdruck,	Haute pression.
Holzkohle, f.,	Charbon de bois.
Hydrostatische Wage,	Aréomètre.

I

Injector,	Injecteur Giffard.

K

Kainit, m.,	Kainite.
Kalbsmagen,	Présure.

Digitized by Google

Kälte, f.,	Froid.
Kältemischung, f.,	Mélange réfrigérant.
Kapacität für die Wärme,	Capacité pour la chaleur.
Karbolsäure, f ,	Phénol.
Kasein, n , *Käsestoff*, m.,	Caséine.
Käsig,	Caséeux.
Käsigefallung, f., *Käsigerniederschlag*, m.,	Caillé.
Keimen,	Germer.
Keimung, f.,	Germination.
Kessel,	Cuiseur à vapeur.
Kessel klopfen (*Den*),	Enlever les dépôts d'une chaudière.
Kesselstein, m.,	Incrustation, sédiment, dépôt.
Kieselartig,	Siliceux.
Kieselsäure,	Acide silicique.
Klären,	Coller (la bière).
Kleber, m.,	Gélatine végétale, gluten.
Kleberleim, m.,	Colle végétale, colle de gluten.
Kleister, m.,	Empois, colle d'amidon.
Knochenkohle, *Knochenschwarz*,	Charbon d'os, noir d'os, noir animal.
Knochenleim, m.,	Gélatine, colle d'os.
Kochen,	Cuire (la bière).
Kochen, n.,	Coction.
Kochensieden,	Ebullition.
Kohle,	Houille.
Kohle (*Vegetabilische*).	Charbon végétal.
Kohle (*In cylindern verkohlte*),	Charbon de cylindres.
Kohlenfilter,	Filtre à charbon.
Kohleschwarz, n.,	Charbon d'os, noir animal.
Köhlerei, *Kohlenbrennerei*, n.,	Carbonisation du bois.
Koke,	Coke.
Kolbe,	Ballon de verre.
Kolben,	Alambic, bouilleur, cucurbite.
Kolieren, n.,	Colature.
Kolierluch, n.,	Filtre en toile, couloir, blanchet.
Kolorimeter, n ,	Colorimètre.
Kondensation, f., *Kondensirung*, f.,	Condensation de la vapeur.
Kondensation, f., *Einspritzkondensation*,	Condensation par injection.
Konzentrieren,	Concentrer.
Korn, n.,	Blé.
Kornkeller,	Silo, grenier à grains.
Körper, m.,	Corps.
Körper (*elastisch flüssigen*),	Corps gazeux.
Korper (*Sanker*),	Corps plus pesant que l'eau.
Körper (*tropfbar flüssiger*),	Corps liquide.
Kräftiger liqueur,	Liqueur forte.
Kufe, f.,	Cuve.
Kühler,	Rafraîchissoir.
Kühler (*Röhren*),	Réfrigérant tubulaire.

Digitized by Google

Kühlschlange,	Serpentin réfrigérant.
Kuschenkohle,	Charbon d'os.

L

Lab, n.,	Présure.
Labmus, m.,	Tournesol.
Lagerbier,	Bière de garde.
Landrotte, f.,	Rouissage à la rosée, rosage, rorage, sérénage.
Lauge,	Lessive.
Laugen, Laugerei, f., n.	Dissolution, macération.
Laugen,	Lessiver.
Läutern,	Epurer, rectifier (l'eau-de-vie).
Läuterung, f.,	Rectification.
Legumin, m.,	Caséine végétale, légumine.
Liqueur, m., *Likör*, m.,	Liqueur.
Liqueur Wage,	Pèse-liqueur.
Lösungmittel,	Dissolvant.
Luftdruck, m.,	Pression atmosphérique.
Luftdruckmesser,	Baromètre.
Luftmalz,	Malt séché à l'air.
Luftmanometer, n. (*Offenes*),	Manomètre à air libre.
Luftröste,	Rouissage à la rosée, rosage, rorage.
Lufttrocken,	Séché à l'air.
Lutter, m.,	Luttre, résidu de la distillation (huile et eau), blanquette.

M

Mahlemühle,	Moulin à blé.
Mahlen,	Moudre.
Mahlgeld, n., *Mahllohn*, n., *Mahlnetze*, f.,	Mouture.
Mahlgut,	Mouture.
Mais,	Blé de Turquie ou d'Espagne, maïs.
Mais Entschäler und Nachzerkleinerungsapparat,	Dépeleur malaxeur à pompe centrifuge.
Maisch, f.,	Moût.
Maischapparat,	Appareil de macération.
Maischbottich, m., *Meischbottich,*	Cuve matière, cuve à moût, brassin.
Maischen,	Mettre en empois, brasser, démêler.
Maischenschaler,	Dépeleur de moût.
Maischmühle,	Ecraseur de moût, broyeur, dépeleur.
Maischpumpe,	Pompe à moût.
Maischraum,	Espace occupé par le moût dans la cuve.
Maischwürze,	Moût.
Malz, n., *Malzgut,*	Malt.

Digitized by Google

Malzausbeute,	Rendement du malt.
Malzdarre,	Touraille.
Malzeiweiss,	Diastase.
Malzen,	Maltage.
Malzen, n.,	Malter.
Mälzer,	Malteur.
Mälzerei,	Malterie.
Malzkeim,	Germes (de malt).
Malzkeimapparat,	Germoir mécanique.
Malzkeller,	Cellier à malt.
Malzkrucke, f.,	Brassoir.
Malzmilch,	Lait de malt.
Malzmühle, f.,	Moulin à ma t.
Malzquetschemaschine,	Presse à malt.
Malzschrot,	Drèche, drège.
Malztenne, f,	Germoir.
Malztreber, f., *Malzträber*, f.,	Drague, drège.
Malzweichfässer,	Broyeur de malt.
Manometer (*Geschlossenes Luft*),	Manomètre à air comprimé.
Mehl,	Farine.
Mehlkleister,	Colle d'amidon.
Mehlmaschine, f.,	Bluterie d'un moulin.
Meisch,	Moût.
Meischen,	Mettre en empois, brasser, démêler.
Mengung,	Mélange.
Methode, f.,	Procédé, méthode.
Milchsäure,	Acide lactique.
Milchzuckersäure, f.,	Acide mucique, acide sarcolactique.
Milderliqueur,	Liqueur douce.
Mischen,	Mélanger.
Mischung, f.,	Mélange.
Mischungsgewicht, n.,	Poids atomique, équivalent.
Mittel (*Fallungs-*),	Précipitant, réactif.
Most, m.,	Moût.
Mülhe,	Moulin.
Mullergaze,	Gaze à bluterie.
Mutterfass, n.,	Mère de vinaigre.
Mutterkorn, n.,	Ergot de blé.
Mutterlauge,	Eau mère, lessive.

N

Nachbier, n.,	Bière de table, petite bière.
Nachgährung,	Fermentation.
Nebengährung,	Fermentation secondaire.
Nebenproduct,	Produits accessoires.
Netzen,	Mouiller, tremper.
Niederfallen,	Se déposer, être déposé.
Niederschlag, n.,	Précipité.
Niederschlagen,	Précipiter.

Digitized by Google

Niederschlagen, n., *Niederschlagung*, f.,	Précipitation.
Niederschlagmittel, n.,	Précipitant, réactif.
Normal Weingeist,	Alcool preuve.
Notähefe,	Levain de secours.
Nusskohlen, f.,	Gailleteries.

O

Obergährung, f.,	Fermentation haute.
Oberhefe, f.,	Levure haute.
Obstwein, m.,	Vin de fruits.
Oxydieren,	Oxyder, oxygéner.

P

Pechtanne,	Sapin, sapin rouge, pin (*Pinus picea*).
Phenol, Phenylsäure,	Phénol.
Phlegma, n.,	Flegmes.
Planzenfaserstoff,	Cellulose.
Planzenkasein,	Caséine végétale, légumine.
Planzenkässestoff,	Caséine, légumine végétale.
Planzenkohle,	Charbon végétal.
Planzenstein,	Incrustation, sédiment, dépôt.
Polarisirtirlicht,	Lumière polarisée.
Präcipität,	Précipité.
Pressen,	Développer.
Presshefe,	Levure pressée.
Probe,	Essai, preuve, échantillon.
Probe (*Stärker als die Festgesetzte*),	Au-dessus de preuve.
Probierglass, n.,	Eprouvette.
Probiergut, n.,	Echantillon, essai, spécimen.
Putzen,	Nettoyer, purifier, monder.

Q

Quellen,	Macérer, tremper, mouiller.
Quellung, f.,	Trempage.
Quetschen,	Broyer.
Quetschmühle, f.,	Concasseur.
Quetschwalzen,	Cylindre de presse.

R

Reagens, n.,	Réactif.
Rectification, f.,	Rectification.
Rectificieren,	Epurer (l'eau-de-vie), rectifier.
Rectificierter Alkohol,	Alcool rectifié, esprit ardent.
Reduction, f.,	Réduction.
Reife, f.,	Maturité.

Digitized by Google

Reinigen,	Eplucher, nettoyer, purifier, monder.
Reinigen, n, *Reinigung*, f.,	Nettoyage, nettoiement.
Reinigungsapparat, m.,	Laveur, épurateur.
Reinzuchhefe,	Levure de culture pure.
Reis,	Riz.
Reisgerste,	Orge éventail, orge fausse, orge pyramidale.
Retortekohle, f.,	Charbon de cylindre.
Retortenverkohlung,	Carbonisation en cylindres.
Roggen, m.,	Seigle.
Roggenmehl, n.,	Farine de seigle.
Rohmaterial, n., *Rohstoff*, m.,	Matières premières.
Röhre, f., *Rohr*,	Tuyau, conduite.
Röhrenverbindung,	Tubulure.
Rohspiritus,	Alcool brut.
Rösten,	Distiller, calciner, griller, rouir.
Rottanne,	Sapin, sapin rouge, pin (*pinus picea*).
Rottannenholz,	Bois de sapin rouge, bois de pin.
Rotte,	Rouissage.
Rotten, *Rötten*, *Rölen*,	Rouir.
Rübe, f.,	Betterave.
Rührhacke,	Brassoir.
Rum, m.,	Rhum.
Rumfabrik, f., *Rumbrennerei*, f.,	Rhumerie.
Runkelrübe,	Betterave.

S

Saccharimeter, n., *Zuckermesser*, m.,	Saccharimètre.
Saccharometer, n.,	Saccharomètre (de Balling).
Sammelröhre, f., *Sammeldrain*, m.,	Tuyau collecteur.
Sättigen, *saturieren*,	Saturer.
Sättigung,	Saturation.
Säubern,	Eplucher, nettoyer, monder.
Säuberung,	Nettoyage.
Sauerstoff, f.,	Oxacide.
Sauerteig,	Levain de boulanger.
Säuerung de Würze,	Acidification du moût.
Sauerverdend,	Acidimètre.
Säuremesser,	Acescent.
Schaum,	Mousse, écume.
Schaumen, n.,	Effervescence.
Schimmel, m.,	Moisi, moisissure.
Schimmeln, n.,	Se couvrir de moisissures, moisir, se moisir.
Schintzel,	Cossettes.
Schleim, m.,	Mucilage.
Schleimsäure,	Acide mucique, acide sarcolactique.
Schlempe,	Drèche, vinasse.

Digitized by Google

Schmelzen,	Fondre, liquéfier, mettre en fusion.
Schönen,	Collage, clarification, collage de la bière.
Schrot, n.,	Blé égrugé.
Schroten (das Malz),	Moudre (le malt).
Schroten (das Korn),	Egruger (le blé).
Schrotmehl, n.,	Grosse farine, gruaux.
Schrotmühle,	Moulin à malt.
Schwefel, n., *Schwefeln,*	Soufrage.
Schwefelkohlenstoff, m.,	Sulfure de carbone.
Schwellen,	Gonfler, travailler (à l'orge).
Schwellmalz, n., *Schwelkmalz,* n.,	Malt séché à l'air.
Schwimmer,	Flotteur.
Seidene, f., *Seidenesbeuteltuch,*	Gaze à bluterie.
Seiher, Seihetrichter, Seihetuch,	Filtre en toile, couloir, blanchet.
Senkwage,	Aréomètre.
Sieden,	Cuire (la bière).
Silo,	Silo, grenier à grains.
Speiseapparat,	Appareil d'alimentation de chaudière à vapeur.
Spirituosen,	Esprits, liqueurs spiritueuses.
Sprossung, f.,	Bourgeonnement.
Spundhefe,	Chapeau de la bière.
Stabholz, n.,	Merrain.
Stampfmachen,	Neutraliser.
Stärke, f., *Stärkemehl,* n.,	Fécule, amidon.
Starker,	Liqueur forte.
Staubkohle, f.,	Charbon fin.
Staubmehl, n.,	Folle farine.
Steife, f.,	Empois, colle.
Steighöhe,	Hauteur où monte la levure.
Steigraum,	Espace pour la montée de la levure.
Steinkohle,	Houille grasse, charbon gras.
Stöpsel, Stöpfel,	Bouchon.

T

Teerkohle,	Charbon d'os, noir d'os, noir animal.
Thaurotte, Thauröste,	Rouissage à la rosée, rosage, rorage.
Thierische Kohle, Tierische Kohle, Thierkohle, Tierkohle,	Charbon animal.
Titre,	Titre (d'une solution).
Tötung, Tödtung, f.,	Mort, destruction.
Träber, Treber,	Drague, drège.
Trauben,	Moût.
Treiben,	Gonfler, travailler (orge).
Trockenkammer,	Séchoir, étuve à dessiccation.
Trocknen,	Dessécher le malt, tourailler, étuver.

Digitized by Google

Trocknen, n.,	Blé de Turquie, maïs.
Turkischer Weizen,	Dessiccation.

U

Ungekocht,	Cru.
Untergährung,	Fermentation de dépôt (basse).
Unterhefe, f.,	Levure de dépôt (basse), lie.
Untersuchung,	Recherche.
Ununterbrochenedestillation,	Distillation continue.

V

Veranderung f.,	Changement, variation.
Verarbeitung, f.,	Mise en œuvre.
Verbrennen,	Brûler, échauder.
Verbrennung, f.,	Combustion.
Verdampfen,	Vaporiser, évaporer.
Verdampfung, f.,	Evaporation, vaporisation.
Verdampfungsfähigkeit,	Puissance d'évaporation.
Verdampfungspunkt,	Point d'évaporation.
Verdampfungswärme, f.,	Chaleur de vaporisation.
Verdünnen,	Etendre, diluer.
Verdünnung, f.,	Atténuation.
Verdunsten,	S'exhaler, s'évaporer.
Verdunstung, f.,	Evaporisation, vaporisation.
Vereinfachung,	Réduction.
Verfahren,	Procédé, méthode.
Vergährung,	Atténuation, fermentation complète.
Verhalten, n.,	Conduite.
Verhältniss, f.,	Proportion, raison, rapport.
Verkohlen,	Carboniser.
Verkohlung,	Carbonisation en cylindres.
Verlauf,	Progrès.
Vermehrung, f.,	Accroissement.
Versuch, m.,	Essai, épreuve.
Verteilen,	Distribuer.
Verwendung, f.,	Emploi.
Vorbereitung, f.,	Préparation.
Vorgährung,	Fermentation préliminaire.
Vormaischbottische,	Cuve préparatoire, cuve matière.
Vorschrift,	Recette, formule.
Vorwärmer, m.,	Réchauffeur.

W

Wachholderbranntwein (feiner),	Genièvre fin.
Wägung, f.,	Pesée.
Waizen,	Blé, froment.
Wälschapparat,	Laveur, épurateur,
Wälschkorn,	Maïs, blé de Turquie ou d'Espagne.

Digitized by Google

Wannenbottische,	Cuve pour agiter.
Wärme, f.,	Chaleur, calorique.
Wärme Kapacität, f., *Wärme Aufnahmefähigkeit*, f.,	Capacité calorifique.
Waschen, n.,	Appareil laveur.
Waschmaschine,	Machine à laver, laveur.
Wasserwage,	Aréomètre.
Weingeist,	Alcool.
Weingeistmesser,	Alcoomètre.
Weinige Gährung,	Fermentation spiritueuse et vineuse.
Weinmost,	Moût.
Weinsprit 95°-96°.	Alcool fort.
Weise,	Manière.
Weizen, m.,	Blé, froment.
Wetterglas,	Baromètre.
Wirkung, f.,	Action, activité.
Würfelkohlen,	Gailleteries.
Würze, f.,	Moût de bière.
Würzebrunnen, m.,	Réservoir, cuve.
Würzekochen, n.,	Cuisson de la bière.

Z

Zellulose, f.,	Cellulose.
Zerkleinerung, f.,	Pulvérisation.
Zerlegen, *Zersetzen*,	Décomposer, analyser.
Zerlegung,	Analyse.
Zerreiben, *Zerstossen*, *Zermalmen*,	Triturer, pulvériser.
Zubrennen, n.,	Cuisson.
Zubrennen,	Distiller.
Zucker, m.,	Sucre.
Zuckermesser,	Saccharimètre.
Zuckerrübe, f., *Runkelrübe*, f.,	Betterave.
Zugutemachung,	Mise en œuvre.
Zusammensetzung, f.,	Combinaison.
Zymotechnick,	Science des ferments.

Digitized by Google

TABLE DES MATIÈRES

Pages.

PRÉFACE v

INTRODUCTION 1

LIVRE Ier. — FABRICATION DES LIQUIDES SUCRÉS . . . 3

1re PARTIE. — SACCHARIFICATION PAR LE MALT 4

CHAP. Ier. — Préparation du malt 4

Art. 1er. — Choix de l'orge 4
Art. 2. — La trempe 7
Art. 3. — Germination 12
Art. 4. — Maltage. 21
Art. 5. — Conservation et emploi du malt . 30
Art. 6. — Maltage pneumatique. 35
Art. 7. — Appareils pour la malterie . . . 39

CHAP. II. — Saccharification par le malt 49

Art. 1er. — Saccharification des pommes de terre. 49
Art. 2. — Traitement des patates 57
Art. 3. — Traitement des topinambours. . 58
Art. 4. — Traitement des grains 58
Art. 5. — Traitement du maïs 59
Art. 6. — Traitement des céréales 65
Art. 7. — Refroidissement du moût . . . 69

Digitized by Google

Pages.

Art. 8. — Appareils pour la saccharification par le malt 73

Laveurs et nettoyeurs 73
Cuiseurs de matières premières . . . 82
Macérateurs et réfrigérants 87

2e PARTIE. — SACCHARIFICATION PAR LES ACIDES 103

CHAP. Ier. — Généralités. 103

CHAP. II. — Saccharification par les acides . . . 106

CHAP. III. — Traitement des topinambours. . . 109

CHAP. IV. — Saccharification du bois et de matières diverses. 111

Art. 1er. — Saccharification du bois . . . 111
Art. 2. — Appareils pour la saccharification par les acides 112
Art. 3. — Saccharification de matières diverses. 113

LIVRE II. — FERMENTATION. 119

1re PARTIE. — FERMENTATION DES MATIÈRES AMYLACÉES. . . 120

CHAP. Ier. — Préparation du levain ou levure artificielle 120

Art. 1er. — Généralités 120
Art. 2. — Saccharification du levain . . . 121
Art. 3. — Acidification 122
Art. 4. — Ensemencement et récolte de la levure 122
Art. 5. — Influences diverses 123

§ 1er. Utilité de l'acide lactique 123
§ 2. Accroissement de la levure 128
§ 3. Influence de la durée de la fermentation 130
§ 4. Fermentation spontanée du levain . 130
§ 5. Renforcement de la levure mère et du levain 130
§ 6. Influence du malt 131
§ 7. Production de la première levure. . 131

Art. 6. — Atelier des levains 132

Digitized by Google

Pages.

CHAP. II. — Préparation des moûts et fermentation. 133

Art. 1er. — Généralités 133
Art. 2. — Pratique de la fermentation . . 134

§ 1er. Fermentation préliminaire. . . . 134
§ 2. Fermentation principale 134
§ 3. Fermentation complémentaire. . . 134
§ 4. Conduite et marche de la fermentation dans ses différentes parties . . . 135

Art. 3. — Recettes diverses de levains . . 142
Art. 4. — Fermentation du dari. 147
Art. 5. — Fermentation à l'acide fluorhydrique 148
Art. 6. — Fermentation des moûts préparés par les acides 149
Art. 7. — Salle de fermentation et matériel. 150

2e PARTIE. — FERMENTATION DES TOPINAMBOURS 151

3e PARTIE. — FERMENTATION DES BETTERAVES 153

Art. 1er. — Généralités 153
Art. 2. — Opérations préliminaires . . . 154
Art. 3. — Extraction des jus 158

§ 1er. Extraction par les presses continues 158
§ 2. Extraction par macération 159
§ 3. Extraction par diffusion 161
§ 4. Extraction par cuisson 162

Art. 4. — Fermentation des jus. 163

PARTIE. — FERMENTATION DES MÉLASSES. 166

CHAP. Ier. — Mélasse de betteraves 167

Art. 1er. — Généralités 167
Art. 2. — Opérations préliminaires . . . 168
Art. 3. — Fermentation. 169

CHAP. II. — Mélasse de canne à sucre 172

CHAP. III. — Appareils pour la fermentation . . 173

Digitized by Google

Pages.

LIVRE III. — INDUSTRIE DE LA LEVURE 184

1re PARTIE. — LEVURE DE BRASSERIE. 184

Art. 1er. — Préparation 184
Art. 2. — Purification 185

2e PARTIE. — LEVURE DE DISTILLERIE 186

Art. 1er. — Généralités 186
Art. 2. — Matières premières 187
Art. 3. — Fabrication 188

§ 1er. Préparation des moûts. 188
§ 2. Préparation du levain 190
§ 3. Fermentation 192
§ 4. Traitement de la levure 192
§ 5. Recettes diverses 194
§ 6. Variations des divers éléments . . . 199
§ 7. Fabrication de la levure pressée . . 204

3e PARTIE. — FABRICATION DE LA LEVURE PURE 188

Art. 1er. — Emploi des levures pures . . 204
Art. 2. — Emploi des levures pures sélectionnées 206

LIVRE IV. — FABRICATION DE L'ALCOOL 209

1re PARTIE. — GÉNÉRALITÉS 209

CHAP. Ier. — Histoire de l'alcool 209

CHAP. II. — Histoire de la distillerie 214

CHAP. III. — Titrage de l'alcool et alcoométrie. . 224

CHAP. IV. — Théorie de la distillation. 233

§ 1er. Généralités 233
§ 2. Concentration des vapeurs 243

CHAP. V. — Dépense d'une colonne à bas degré . 249

Digitized by Google

Pages.

2e PARTIE. — DISTILLATION DES LIQUIDES FERMENTÉS . . . 253

CHAP. Ier. — Distillation des liquides pour boissons. 253

Art. 1er. — Généralités 253
Art. 2. — Eau-de-vie de vin 256
Art. 3. — Eau-de-vie de fruits 268
Art. 4. — Eaux-de-vie de canne à sucre. . 268
Art. 5. — Eaux-de-vie de grains, genièvre ou gin, Wisky 269
Art. 6. — Eaux-de-vie diverses : Agavés, pulque, mescal, etc 270

CHAP. II. — Distillation des liquides industriels . 275

Art. 1er. — Distillation des grains 275
Art. 2. — Distillation des betteraves . . . 279
Art. 3. — Distillation des topinambours. . 279
Art. 4. — Distillation des mélasses . . . 281

CHAP. II. — Appareils pour la distillation . . . 283

3e PARTIE. — PURIFICATION DE L'ALCOOL 294

CHAP. Ier. — Généralités 294

CHAP. II. — Purification par les procédés physico-chimiques 296

CHAP. III. — Procédés par distillation 300

Art. 1er. — Généralités 300
Art. 2. — Rectification discontinue . . . 302
Art. 3. — Rectification continue 308
Art. 4. — Colonnes à haut degré 312
Art. 5. — Distillation et rectification en une seule opération 313
Art. 6. — Distillation dans le vide. . . . 316
Art. 7. — Appareils pour la purification de l'alcool 318
Art. 8. — Accidents de la distillation. . . 330

4e PARTIE. — FABRICATION DE L'ALCOOL SANS FERMENTATION . 331

LIVRE V. — APPLICATIONS 331

1re PARTIE. — EMPLOIS DE LA LEVURE 333

CHAP. Ier. — Généralités 333

Digitized by Google

Pages.

CHAP. II. — Emploi des levures pures pour la fermentation du vin 334

CHAP. III. — Emploi des levures pures pour la fermentation du cidre et du poiré 335

CHAP. IV. — Emploi de la levure de vin pour la fermentation 336

CHAP. V. — Emploi de la levure dans la boulangerie et la pâtisserie 338

CHAP. VI. — Emploi de la levure dans l'alimentation et en médecine 340

CHAP. VII. — Conservation de la levure 341

2e PARTIE. — EMPLOI DE L'ALCOOL 342

CHAP. Ier. — Généralités. 342

CHAP. II. — Emploi de l'alcool comme boisson . 343

CHAP. III. — Emploi en pharmacie 349

3e PARTIE. — EMPLOIS DES RÉSIDUS 350

CHAP. Ier. — Généralités. 350

CHAP. II. — Emplois de l'acide carbonique . . . 350

CHAP. III. — Drèches, pulpes, vinasses 354

Art. 1er. — Drèches 354
Art. 2. — Pulpes 356
Art. 3. — Vinasses 361

CHAP. IV. — Valeur nutritive et pécuniaire des drèches 364

Art. 1er. — Valeur nutritive des drèches . 364
Art. 2. — Valeur pécuniaire des drèches . 369

TABLE DES PRINCIPALES EXPRESSIONS TECHNIQUES EMPLOYÉES EN DISTILLERIE 371

1° Français, allemand, anglais 371
2° Allemand, français 387

Digitized by Google

TABLE ALPHABÉTIQUE

Pages.

A

Acide carbonique, emplois. 350
Acide fluorhydrique, emploi 68
Acides (saccharification par les) 103, 106
Agave (eau-de-vie d') . . 270
Aguamiel 271
Air, action sur la fermentation 141
Air (refroidissement par l'). 70
Ajocote 271
Alambic simple 233
Alcool bon goût 294
Alcool, coulage. 302
Alcool, distillation et rectification en une seule opération 313
Alcool, emplois. 342
Alcool, emplois comme boisson. 343
Alcool, emplois en pharmacie. 349
Alcool, fabrication. . . . 209
Alcool, fabrication sans fermentation. 331
Alcool fin. 294
Alcool, historique. . . . 209
Alcool mauvais goût. . . 303
Alcool neutre 294
Alcool ower proof. . . . 227
Alcool, purification . . . 294
Alcool, purification Bang et Ruffin par les hydrocarbures 299
Alcool, purification par charbon 296, 320
Alcool, purification par distillation. 300
Alcools, purification physico-chimique 296
Alcool rectifié 294
Alcool de synthèse . . . 331
Alcool under proof . . . 228
Alcoolisme 343
Alcoomètre de Gay-Lussac. 229
Alcoométrie. 224
Alimentation, emploi de la levure 340
Amidon et pomme de terre, saccharification. . . . 67
Antiseptiques, emploi. . 32
Appareils pour le traitement de la betterave. . 181
Appareils pour la distillation 283
Appareils pour la fermentation 173
Appareils pour la saccharification par le malt. . . 73
Applications des produits de la fermentation . . . 333
Avoine (malt d') 28

B

Baba, préparation . . . 339
Betteraves, acidification . 156
Betteraves, appareils . . 181
Betteraves, découpage . . 155

Digitized by Google

Pages.
Betteraves, distillation . . 279
Betteraves, extraction par cuisson. 162
Betteraves, extraction par diffusion 161
Betteraves, extraction des jus 159
Betteraves, extraction par macération 159
Betteraves, fermentation, généralités 153
Betteraves, fermentation des jus. 163
Betterave, fermentation aux levures sélectionnées . 164
Betteraves, lavages . . . 155
Betteraves, macération à la vinasse. 160
Betteraves(mélasses de)169, 170
Betteraves, opérations préliminaires. 154
Betteraves, râpage . . . 155
Betteraves, traitement par les presses continues. . 158
Bière of spruce 337
Bois, saccharification . . 111
Bons goûts 303
Boulangerie, emploi de la levure 338
Brioche, préparation. . . 339
Brouillis 260
Broyeurs de malt. . . . 39

C

Canne à sucre (eaux-de-vie de) 268
Canne à sucre (mélasses de) 173
Carbonique (acide), emplois 350
Caves de maltage. . . . 21
Cellulose, saccharification. 112
Cendres de malt 17
Céréales, traitement. . . 65
Charbon pour la purification de l'alcool. . 296, 326
Cidre, emploi des levures pures 335
Cœur de rectification. . . 303
Colonne à bas degré, dépense 249
Colonnes diverses. . . . 284
Colonnes à haut degré . . 312
Concentration des vapeurs alcooliques 243
Condenseur. 305
Coulage de l'alcool . . . 302
Croissants, préparation. . 340
Cuiseurs sous pression . . 82

D

Dari, fermentation . . . 147
Dari, saccharification . . 68
Degrés Balling, valeur . . 138
Déphlegmateur Pistorius . 223
Distillation, accidents . . 330
Distillation, appareils . . 283
Distillation des grains . . 275
Distillation des liquides pour boissons, généralités 253
Distillation des liquides fermentés. 253
Distillation des liquides industriels 275
Disllation et rectification de l'alcool en une seule opération 313
Distillation, théorie . . . 233
Distillation dans le vide . 316
Distillerie, appareil d'Adam. 220
Distillerie, appareils de Bérard 221
Distillerie, appareils de Glauber 218, 219
Distillerie, appareil de Solimani 221
Distillerie, historique . . 215
Distillerie, pertes dans les opérations. 277
Drèches, dessiccation . . 356
Drèches, emplois 354
Drèches, extraction de l'huile 360
Drèches, influence de l'eau. 364
Drèches, influence des matières azotées. 365
Drèches, matières grasses. 366
Drèches, matières minérales. 366
Drèches, matières non azotées 366

Digitized by Google

Pages.
Drèches, quantité à donner aux animaux 376
Drèches, rations 368
Drèches, température . . 366
Drèches, valeur nutritive . 364

E

Eau (refroidissement par l'). 70
Eaux d'avinage 267
Eaux boisées 267
Eaux-de-vie, degrés commerciaux 228
Eaux-de-vie, distillation continue. . . 264, 316, 327
Eaux-de-vie d'agave. . . 270
Eaux-de-vie de cannes à sucre 268
Eaux-de-vie de fruits . . 268
Eaux-de-vie de grains. . 269
Eaux-de-vie de marcs . . 266
Eaux-de-vie, nouvelle fabrication 267
Eaux-de-vie de vin . . . 275
Eaux-de-vie de vin, procédé charentais. 258
Eaux de-vie, procédé de premier jet 262
Eaux-de-vie de vins alcoolisés. 267
Eaux-de-vie diverses, tableau 254
Eaux-de-vie de Zacatlan . 275
Eprouvette Savalle . 248, 283
Ethers. 294
Exhausteur 56

F

Fabrication des liquides sucrés 3
Fermentation 119
Fermentation avec acide fluorhydrique 148
Fermentation, action de l'air 141
Fermentation, appareils . 173
Fermentation des moûts préparés avec les acides. 149
Fermentation avec les acides, levain Billet . . 149

Pages.
Fermentation complémentaire. 135
Fermentation, conduite et marche. 135
Fermentation, espace perdu dans les cuves 142
Fermentation mousseuse . 139
Fermentation normale . . 139
Fermentation, pertes . . 141
Fermentation, pratique. . 134
Fermentation préliminaire. 134
Fermentation principale . 134
Filtres à charbons . . . 318
Flegme 249
Fluorhydrique (acide), emplois. 68
Fluorures, pour la préparation de la levure pure. 206
Freinte 306
Fruits (eaux-de-vie de). . 268
Fusel ou fousel 294

G

Genièvre 269
Germination (modifications produites par la) . . . 13
Gin. 269
Grains, distillation . . . 275
Grains (eaux-de-vie de). . 269
Grains, traitement . . . 58

H

Huile de fusel 294
Huiles, extraction. . . . 360
Hydrocarbures pour la purification de l'alcool. . . 299
Hydromel 336
Hydromètre de Sykes . . 227

I

Introduction. 1

L

Laveurs nettoyeurs . . . 73
Levain ou levure artificielle 120
Levain, acidification. . . 122
Levains, atelier 132
Levain de Delbrück . . . 144

Digitized by Google

Pages.
Levain de drèches. . . . 144
Levain, durée de la fermentation 130
Levain, fermentation spontanée 130
Levain de germes de malt. 144
Levain, influence du malt. 131
Levain de levure pure . . 145
Levain à la levure de vin . . 146
Levain avec malt d'orge, maïs et seigle 145
Levain de malt sec . . . 144
Levain de malt vert. . . 142
Levain Patte et Serrant. . 146
Levain en 48 heures. . . 143
Levain, recettes 142
Levain, saccharification. . 121
Levain de Schültz. . . . 143
Levain de secours . . . 144
Levain, utilité des acides . 123
Levain de 24 heures. . . 143
Levain de Wilke 143
Levure, accroissement . . 128
Levure artificielle. . . . 120
Levure, conservation . . 341
Levure, emplois, généralités 333
Levure, emploi dans l'alimentation et en médecine 340
Levure, emplois dans la boulangerie et la pâtisserie. 338
Levure, ensemencement, récolte. 122
Levure, fabrication du pain de ménage 338
Levure, fabrication du pain parisien 339
Levure, industrie. . . . 184
Levure, préparation du baba. 339
Levure, préparation de la brioche. 339
Levure, préparation de croissants. 340
Levure, préparation de savarin. 339
Levure (production de la première) 131
Levure de brasserie, préparation 184

Pages.
Levure de brasserie, purification. 185
Levure de distillerie, dilution et acidité 190
Levure de distillerie, empâtage 188
Levure de distillerie, fabrication 188
Levure de distillerie, fermentation. 192
Levure de distillerie, formation de l'empois . . 189
Levure de distillerie, généralités 186
Levure de distillerie, lavage. 192
Levure de distillerie, macération et saccharification 188
Levure de distillerie, matières premières . . . 187
Levure de distillerie, préparation des farines . . 189
Levure de distillerie, préparation du levain. 190, 194, 197
Levure de distillerie, préparation des moûts . . 188
Levure de distillerie, préparation du moût . . 196, 198
Levure de distillerie, pressage. 193
Levure de distillerie, procédé de préparation . . 197
Levure de distillerie, procédé Schubert 196
Levure de distillerie, recettes diverses 194
Levure de distillerie, saccharification 189
Levure de distillerie, traitement de la levure . . 192
Levure de distillerie, variation des divers éléments 199
Levure mère et levain, renforcement. 130
Levure pressée, fabrication 204
Levure pure, emplois . . 204
Levure pure, préparation avec fluorures 206
Levures pures, emploi pour la fabrication du cidre et du poiré 335

Digitized by Google

Pages.
Levures pures, emploi pour la fabrication du vin. 334
Levure pure sélectionnée, emploi 206
Levure de vin, emplois pour la fermentation des boissons 336
Lies, traitement 266
Liquides pour boissons, distillation 253
Liquides fermentés, distillation 253
Liquides industriels, distillation 275
Liquides sucrés (fabrication des) 3

M

Macérateurs. 87
Maïs concassé, emploi . . 64
Maïs, cuisson sous pression. 61
Maïs malté, emploi . . . 63
Maïs et pommes de terre, emploi 64
Maïs, saccharification avec l'acide fluorhydrique . . 68
Maïs, traitement 59
Malt d'avoine 28
Malt, broyeurs. 39
Malt, cendres 17
Malt, composition. . . . 16
Malt, conservation et emplois 30, 34
Malt desséché 18
Malts divers, comparaison. 29
Malt de froment 28
Malt, germes. 19
Malt de maïs 29
Malt, mouture, broyage . . 35
Malt d'orge 23
Malt, préparation. . . . 4
Malt de riz 29
Malt (saccharification par le). 49
Malt touraillé 32
Malt vert. 30
Maltage 21
Maltage, caves 21
Maltage Galland 35
Maltage normal, table . . 25
Maltage de l'orge, tableau. 26

Pages.
Maltage pneumatique . . 35
Maltage, renseignements pratiques 20
Maltage Saladin 36
Malterie, appareils . . . 39
Marcs (eaux-de-vie de) . . 266
Matériel de fermentation . 150
Matières amylacées, fermentation 120
Matières amylacées dans la germination 14
Matières azotées dans la germination 14
Matières diverses, saccharification 213
Mauvais goûts de tête . . 303
Mauvais goûts de queue . 303
Médecine, emploi de la levure. 340
Mélasses, distillation. . . 281
Mélasses fermentation . . 166
Mélasses de betteraves, appareils 183
Mélasses de betteraves, conduite de la fermentation. 170
Mélasses de betteraves, fermentation à haut degré. 169
Mélasses de betteraves, fermentation avec le levain de malt. 169
Mélasses de betteraves, fermentation avec levure . 169
Mélasses de betteraves, fermentation avec les levures pures 171
Mélasses de betteraves, fermentation avec moûts de grain 169
Mélasses de betteraves, fermentation avec moûts de pommes de terre . . . 169
Mélasses des betteraves, fermentation avec les vinasses 170
Mélasses de betteraves, généralités 167
Mélasses de betteraves, opérations préliminaires. . 168
Mélasses de canne à sucre. 173
Mescal 271
Moût avec malt d'orge, maïs et seigle 145

Digitized by Google

Pages.
Moûts (fermentation des). 149
Moûts, généralités . . . 133
Moûts, préparation et fermentation. 133
Moût, refroidissement . . 69
Moyens goûts de tête et de queue 303

O

Orge, choix 4
Orge, germination . . . 12
Orge, maltage 21
Orge maltée, composition. 18
Orge (vin d') 336

P

Pain de ménage, préparation 338
Pain parisien, préparation. 339
Patates, traitement . . . 57
Pâtisserie, emploi de la levure. 338
Plateau Egrot 247
Plateaux 246
Poiré, emploi des levures pures. 335
Pommes de terre, cuisson ancien procédé 50
Pommes de terre, cuisson sous pression, conduite. 52, 55
Pommes de terre, lavage. 49
Pommes de terre, macération, et saccharification. 50, 57
Pommes de terre, saccharification 49
Pompe à moût. 293
Preuve de Hollande . . . 228
Preuve d'huile. 228
Preuve de Londres . . . 228
Produits de queue . . . 294
Produits de tête 294
Pulpes, emplois. 354
Pulque. 270
Pulqueria. 274
Purification de l'alcool, appareils 318
Purification de l'alcool par charbon fin 320

Pages.

R

Raspador. 271
Rectificateur Barbet pour laboratoire 329
Rectification. 300
Rectification, rôle du condenseur 305
Rectification continue. 308, 310
Rectification continue, pasteurisation 311
Rectification continue, épurateur d'éther Barbet. . 308
Rectification discontinue . 302
Réfrigérants. 96
Refroidissement par l'air et l'eau. 70
Refroidissement par circulation 70
Refroidissement dans les pays chauds 72
Refroidissement par rayonnement. 69
Refroidissement par réfrigérants 70
Régulateur Barbet . . . 248
Régulateur à vapeur Savalle 247
Repasse 261
Résidus, emplois 350
Résidus, généralités . . . 350
Rétrogradation. 302
Rhum 268
Riz (malt de) 29

S

Saccharification du bois. . 111
Saccharification de la cellulose 112
Saccharification complémentaire 138
Saccharification par les acides 103, 106
Saccharification par les acides, appareils 112
Saccharification par les acides, généralités . . 103, 106
Saccharification par les acides dans les cellules naturelles, procédé Bondonneau-Foret 108

Digitized by Google

Pages.
Saccharification par les acides sous pression. . . 107
— Procédé Simian . . . 107
— Traitement des pommes de terre. 107
— Traitement des grains entiers 108
Saccharification par le malt. 49
Saccharification par le malt, appareils 73
Saccharification de matières diverses 213
Saccharification par procédé anglais 67
Saccharification, seigle malté sans malt d'orge . 67
Saccharification simultanée, seigle et pommes de terre. 67
Salle de distillerie . 280, 282
Salle de fermentation . . 150
Savarin (préparation) . . 339
Seigle, traitement ancien procédé. 65
Seigle, traitement par procédé sous pression . . 60
Sulfureux (acide), traitement des topinambours . 110

T

Tafias 268
Tequila 271
Tinacal 273
Topinambours, appareils . 178
Topinambours, distillation. 279
Topinambours, fermentation 151
Topinambours, lavage . . 109
Topinambours, procédé Fritsche et Guillemin . 110
Topinambours, procédé Kyll au malt vert 111
Topinambours, procédé Reboux 110
Topinambours, traitement 58, 109
Topinambours, traitement par acide sulfureux . . 110
Toros 273
Touraillons, composition . 19
Tranchage 267
Trempe 7

V

Vapeurs alcooliques (concentration des) 243
Vin (eaux-de-vie de). . . 275
Vin, emploi des levures pures 334
Vin d'orge 336
Vinasses, emplois. . . . 16
Vinasses, traitement. . . 266
Vinasses de mélasses, calcination en vases clos . 362
Vinasses de mélasses, emplois comme engrais. . 363
Vinasses de mélasses, fabrication de la potasse . . 361
Vins de chaudière. . . . 258
Wisky. 269

ANGERS, IMPRIMERIE DE A. BURDIN, 4, RUE GARNIER.

Digitized by Google

Digitized by Google

DEROY FILS AINÉ, ✻✻ Constructeur 71 à 77, rue du Théâtre **PARIS**

MÉDAILLE D'OR
Exposition universelle
PARIS 1889

PREMIERS PRIX
dans
tous les concours

ALAMBICS

APPAREILS
de
DISTILLATION

MATÉRIEL
de
LABORATOIRES

LEVURES SÉLECTIONNÉES

de l'Institut La Claire

G. JACQUEMIN

CHEVALIER DU MÉRITE AGRICOLE

LEVURES PURES SPÉCIALES

de vin et autres races sélectionnées en vue de la distillerie. — Suppression des mousses, économie du dégras. Diminution de l'acidité, augmentation de la richesse des salins dans les distilleries de mélasses.

Rendement maximum en alcool.

Le procédé Jacquemin est appliqué depuis 1892 dans les grandes distilleries françaises, et l'on y produit actuellement plus de 1.200 hectolitres d'alcool par jour avec ces ferments spéciaux.

Brochures et renseignements sont adressés gratuitement sur demande au *Laboratoire de Microbiologie* de G. JACQUEMIN, chimiste, *à Malzéville, près Nancy (Meurthe-et-Moselle).*

Digitized by Google

A. PHILIPPE, INGÉNIEUR-CONSTRUCTEUR 124, boul. Magenta, PARIS

Adresse télégraphique : **ALFILIPE-PARIS.** — TÉLÉPHONE

Installations

DE

Sucreries de Betteraves et de Cannes
Raffineries, Distilleries. — Expertises

FILTRES PHILIPPE

B. S. G. D. G.

POUR

SUCRERIES, RAFFINERIES, DISTILLERIES, BRASSERIES

Produits chimiques, Vins, Alcools, Liqueurs, Huiles, etc.

Filtres d'Essais et de Laboratoires

à simple et double filtration.

FILTRES A PRESSION
à filtration visible
pour chaque élément filtrant.

PARIS, LYON, ANVERS, BORDEAUX

Hors Concours. — Membre du Jury.

3 Diplômes d'Honneur
8 Médailles d'Or

Nombreuses références et attestations.

Digitized by Google

DISTILLERIES AGRICOLES ET INDUSTRIELLES

PAUL BARBIER

Chevalier de la Légion d'Honneur et du Mérite Agricole

FOURNISSEUR DE L'ÉTAT

BUREAUX ET ATELIERS :

46, boulevard Richard-Lenoir, à PARIS

Installations complètes à forfait pour la distillation des

BETTERAVES, TOPINAMBOURS, MÉLASSES

TRAVAIL

DES GRAINS ET DES POMMES DE TERRE

par le **MALT VERT**

Nouveau procédé par les acides avec drèches consommables solides se conservant toute l'année.

Ce nouveau procédé est applicable à toutes les usines existantes sans changer le matériel qui peut alors travailler à la fois, grains, pommes de terre, betteraves et topinambours.

Procédés et outillage spéciaux pour l'application de la DIFFUSION à la DISTILLERIE

Épuration et rectification des alcools.

26 années de pratique et d'expérience.

Médailles aux Expositions Universelles 1878-1889.
Exposition internationale de l'Alcool, Paris 1892
Diplôme d'Honneur.

Prix offert par le Syndicat des distilleries agricoles pour l'installation de distillerie la plus perfectionnée
Médaille d'Or. Prix unique.

Exposition universelle de Lyon 1894. — **Médaille d'Or.**

Exposition universelle d'Anvers 1894. — **Membre du Jury.**

Digitized by Google

ALAMBICS DÉRIVEAU

12, rue Popincourt, PARIS

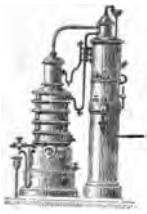
ALAMBICS BRULEURS POUR PROPRIÉTAIRES

Alambics à bain-marie, à feu nu, à vapeur, pour distillateurs.

INSTALLATION DE LABORATOIRES

MAISON EGROT fondée en 1870. **Rue MATHIS, PARIS**

EGROT ET GRANGÉ, Successeurs.



APPAREILS de DISTILLATION et de RECTIFICATION

Alcools extra neutres à 96°-97°

Installation de Distilleries

de Vins, Grains, Pommes de terre, Cannes, etc.

CATALOGUES FRANCO

LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS,

19, RUE HAUTEFEUILLE, PARIS

Traité élémentaire de chimie, par R. ENGEL. 1895, 1 vol. in-8 de 600 p., avec 300 figures. . . . . 8 fr.

Manipulations de chimie, guide pour les travaux pratiques de chimie, par E. JUNGFLEICH, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers. 2e *édition*. 1893, 1 vol. gr. in-8 de 1180 p., avec 374 fig., cart . . . . . 25 fr.

Précis de chime atomique. Tableaux schématiques coloriés, par DEBIONNE. 1896, 1 vol. in-16 avec 43 pl. color. cart . . . 4 fr.

Dictionnaire de chimie, comprenant les applications aux sciences, aux arts, à l'agriculture, à l'industrie, à l'usage des médecins, des pharmaciens, des laboratoires municipaux, des industriels, des agriculteurs, etc., par E. BOUANT, agrégé des sciences physiques. Préface par M. TROOST (de l'Institut). 1 vol. gr. in-8, de 1.120 p., à 2 col. avec 650 fig . . . . . 25 fr.

Les théories et les notations de la chimie moderne, par A. DE SAPORTA. Introduction par G. FRIEDEL, membre de l'Institut. 1 vol. in-16 de 336 pages . . . . . 3 fr. 50

Ferments et fermentations, étude biologique des ferments, rôle des fermentations par LÉON GARNIER, professeur à la Faculté de médecine de Nancy. 1 vol. in-16 de 318 p., avec 65 fig . 3 fr. 50

Digitized by Google

1901

LIBRAIRIE
J.-B. BAILLIÈRE et Fils

Bibliothèque Industrielle et Technologique

Encyclopédie industrielle

Bibliothèque des Connaissances utiles

Bibliothèque scientifique contemporaine

19, RUE HAUTEFEUILLE, 19
PARIS

Digitized by Google

LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS
Rue Hautefeuille, 19, près du Boulevard Saint-Germain, PARIS

Dictionnaire de l'Industrie

Illustré de nombreuses figures intercalées dans le texte

Matières premières — Machines et Appareils
Méthodes de fabrication — Procédés mécaniques — Opérations chimiques
Produits manufacturés

Par JULIEN LEFÈVRE
DOCTEUR ÈS SCIENCES, AGRÉGÉ DES SCIENCES PHYSIQUES
PROFESSEUR AU LYCÉE DE NANTES

1899, 1 vol. gr. in-8 de 924 pages à 2 colonnes, avec 817 figures.

Broché sous couverture en simili-japon gaufré..... **25 fr.**
Relié demi-maroquin..... **30 fr.**

L'industrie s'est profondément modifiée depuis 25 ans, grâce aux efforts constants et soutenus d'une élite d'hommes instruits, entreprenants et toujours à la recherche de perfectionnements nouveaux. La France, l'Allemagne et l'Angleterre se sont partagé jusqu'à présent les différents marchés du monde. Mais d'autres peuples, les États-Unis et la Russie, commencent à entrer en lice et, grâce à leurs richesses naturelles immenses, sont appelés à prendre une place prépondérante.

Pour assurer la vitalité de notre industrie nationale, il faut que les industriels se tiennent de plus en plus au courant de la science et spécialement de ses applications chimiques, mécaniques et électriques.

Ce Dictionnaire contient, sous une forme claire et concise, tout ce qui se rapporte à l'industrie : *matières premières* qu'elle utilise, *machines et appareils* qu'elle emploie pour les transformer, *méthodes de fabrication, procédés mécaniques* ou *opérations chimiques* auxquels elle doit avoir recours, enfin *produits manufacturés* que le commerçant lui demande pour la consommation nationale aussi bien que pour l'exportation.

L'industrie embrasse aujourd'hui un champ si vaste que l'auteur a dû compulser un grand nombre de traités et de journaux techniques, français et étrangers, souvent même recourir aux industriels pour obtenir les renseignements spéciaux sur chaque industrie.

M. J. Lefèvre était bien préparé à cette lourde tâche par les nombreux ouvrages scientifiques et industriels qu'il a déjà publiés.

Précis d'Hygiène industrielle, comprenant des notions de chimie et de mécanique, par le Dr FÉLIX BRÉMOND, inspecteur départemental du travail, membre de la Commission des logements insalubres. 1893, 1 vol. in-18 jésus de 384 pages, avec 122 fig. 5 fr.

ENVOI FRANCO CONTRE MANDAT POSTAL

Digitized by Google

LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS
Rue Hautefeuille, 19, près du boulevard Saint-Germain, PARIS

Encyclopédie Industrielle

Collection de volumes in-16 illustrés de figures

à 5 et 6 francs le volume cartonné

L'Industrie chimique en Allemagne, son organisation scientifique, commerciale, économique, par A. TRILLAT. 1900. 1 vol. in-16 de 500 pages, avec fig., cartonné..... 5 fr.

La *situation générale de l'Allemagne*, au point de vue commercial, économique et géographique, *description* et situation présente *des Industries chimiques*, charbon, métallurgie et salines ; la grande industrie chimique : acides, alcalis et dérivés, acide sulfurique, soude, potasse, etc. ; l'industrie des produits chimiques de la pharmacie et de la droguerie ; l'industrie des couleurs organiques et minérales ; engrais, sels ammoniacaux, explosifs, industries sucrières, gélatine, céramique, porcelaine, verrerie, etc. ; industries électrochimiques et électrométallurgiques. L'*organisation économique* et institutions patronales. L'*organisation scientifique* et l'enseignement de la chimie appliquée ; causes qui ont contribué au progrès des industries en Allemagne, rôle des chambres de commerce et des associations professionnelles, protection des brevets, etc.

L'Industrie chimique, par A. HALLER, professeur à la Faculté des Sciences de Paris, correspondant de l'Institut. 1895, 1 vol. in-16 de 324 pages, avec figures, cartonné..... 5 fr.

L'industrie et l'enseignement chimique en France et à l'étranger, les produits de la grande industrie chimique, les fabriques et les perfectionnements récents, les produits chimiques et pharmaceutiques, les fabriques de produits nouveaux ou peu connus, les matières colorantes artificielles, les matières premières pour la parfumerie.

Précis de Chimie industrielle, *Notation atomique*, par P. GUICHARD, 1894, 1 vol. in-16 de 422 pages, avec 68 figures, cartonné..... 5 fr.

M. Guichard a adopté la *notation atomique* et a indiqué les noms des corps d'après les principes de la *nomenclature chimique internationale*. Il s'est attaché exclusivement aux applications pratiques. Embrassant à la fois la *Chimie minérale* et *organique*, il a passé en revue les différents éléments et leurs dérivés, en suivant méthodiquement la classification atomique, et en insistant sur les questions industrielles.

Cours de Marchandises, *Les Matières premières, commerciales et industrielles*, par GIRARD, professeur à l'Ecole pratique de commerce et d'industrie de Nîmes. 1900. 1 vol. in-16 de 412 pages, avec 246 figures, cartonné..... 5 fr.

Tous les produits sont étudiés au point de vue de leur origine, de leurs caractères distinctifs, de leurs qualités, de leurs variétés.

Métaux, produits chimiques, matériaux de construction, produits de la dépouille, aliments et médicaments, textiles, papier, matières colorantes.

ENVOI FRANCO CONTRE UN MANDAT POSTAL

Digitized by Google

L'Industrie agricole, par F. CONVERT, professeur à l'Institut agronomique. 1901. 1 vol. in-16 de 443 pages, cart.. 5 fr.

Climat, sol, population de la France.

Les céréales et la pomme de terre. — Le blé. — Pays exportateurs. — Législation. — La farine, le pain, le son. — Le seigle, l'avoine, l'orge, le maïs. — La pomme de terre, les légumineuses alimentaires.

Les plantes industrielles. — Les betteraves à sucre et l'industrie de la sucrerie. — La betterave de distillation et l'alcool. — Les plantes oléagineuses et textiles. — Le houblon, la chicorée à café, le tabac. — La viticulture. — Les vins étrangers, les vins de raisins secs. — L'olivier.

Le bétail et ses produits. — Les espèces chevaline, bovine, ovine, porcine. — Le lait, le beurre et le fromage. — La viande de boucherie. — Le commerce extérieur du bétail. — La laine et la soie. — La production agricole de la France.

Précis de Chimie agricole, par EDOUARD GAIN, maître de conférences à la Faculté des Sciences de Nancy, 1895, 1 vol. in-16 de 436 pages, avec 93 figures, cartonné ..... 5 fr.

Après avoir étudié le principe général de la nutrition des végétaux, l'auteur trace rapidement l'historique des différentes doctrines relatives à l'alimentation des plantes. Abordant ensuite la physiologie générale de la nutrition, il passe en revue les rapports de la plante avec le sol et l'atmosphère, les fonctions de nutrition, le chimisme dynamique et le développement des végétaux. La deuxième partie traite de la composition chimique des plantes. La troisième est consacrée à la fertilisation du sol par les engrais et les amendements. La quatrième comprend la chimie des produits agricoles.

Analyse et Essais des Matières agricoles, par A. VIVIER, directeur de la Station agronomique et du Laboratoire départemental de Melun. 1897, 1 vol. in-16 de 470 pages, avec 88 figures, cartonné ..... 5 fr.

L'auteur indique les *méthodes générales de séparation et de dosage des éléments les plus-importants dans les engrais, dans les sols et dans les plantes.*

Il étudie l'*analyse des engrais* et des *amendements*, et à propos des *engrais commerciaux*, des exigences des plantes, ainsi que des conditions d'emploi des engrais dans les différents sols et pour les différentes cultures. Vient ensuite l'*analyse du sol* et celle des *roches*. L'*analyse des eaux*, les méthodes générales applicables à l'analyse des matières végétales et animales. Enfin, M. Vivier indique l'*application de ces méthodes aux cas particuliers, fourrages, matières premières végétales des industries agricoles, produits et sous-produits de ces industries*, etc.

Le Pain et la Panification, *chimie et technologie de la boulangerie et de la meunerie*, par L. BOUTROUX, professeur de chimie à la Faculté des Sciences de Besançon, 1897, 1 vol. in-16 de 358 pages, avec 57 figures, cartonné..... 5 fr.

Dans une première partie, M. Boutroux étudie la farine. La seconde partie est consacrée à la transformation de la farine en pain. Etude théorique de la fermentation panaire, opérations pratiques de la panification usuelle, procédés de panification employés en France ou à l'étranger. Composition chimique du pain et opérations par lesquelles le chimiste peut en apprécier la qualité ou y déceler les fraudes. Au point de vue de l'hygiène, valeur nutritive du pain en général et des diverses sortes de pain.

Le Tabac, culture et industrie, par ÉMILE BOUANT, agrégé des Sciences physiques. 1901, 1 vol. in-16, 347 pages, avec 104 figures, cartonné..... 5 fr.

Historique. — Culture. — Technologie. — Matières premières. — Fabrication des scaferlatis. — Cigarettes. — Cigares. — De la poudre. — Des tabacs à mâcher. — Economie politique et hygiène.

J.-B. BAILLIÈRE ET FILS, 19, RUE HAUTEFEUILLE A PARIS

Digitized by Google

Les Produits chimiques employés en médecine, *chimie analytique et fabrication industrielle*, par A. TRILLAT. Introduction par P. SCHUTZENBERGER, de l'Institut, 1894, 1 vol. in-16 de 415 pages, avec 67 figures, cartonné..... 5 fr.

Quatre chapitres sont consacrés à la classification des *antiseptiques*, à leur constitution chimique, à leurs procédés de préparation et à la détermination de la valeur d'un produit médicinal. Vient ensuite une classification rationnelle des produits médicaux, dérivés de la *série grasse* et de la *série aromatique*. Pour chaque substance on trouve : la constitution chimique, les procédés de préparation, les propriétés physiques, chimiques et physiologiques et la forme sous laquelle elle est employée.

L'Acétylène, par J. LEFÈVRE, professeur à l'École des sciences de Nantes, 1897, 1 vol. in-16 de 400 pages, avec figures, cartonné..... 5 fr.

Le carbure de calcium, préparation et fabrication industrielle, propriétés, rendement. Préparation de l'acétylène. Générateurs divers. Acétylène liquide, dissous. Impuretés et purification. Propriétés chimiques. Eclairage : brûleurs, lampes, etc. Chauffage et force motrice. Applications chimiques. Inconvénients : toxicité, explosibilité. Règlements.

Le Pétrole, exploitation, raffinage, éclairage, chauffage, force motrice, par A. RICHE, directeur des essais à la Monnaie et G. HALPHEN, chimiste du Ministère du commerce, 1896, 1 vol. in-16 de 484 pages, avec 114 figures, cartonné..... 5 fr.

Gisements et méthode d'extraction de raffinage, procédés suivis en Amérique, en Russie, en France et en Autriche-Hongrie, pour la séparation et la purification des essences, huiles lampantes, huiles lourdes, parafines et vaseline.

Applications : éclairage et chauffage ; production d'énergie mécanique ; lubrification. Qualités des différentes huiles et méthodes d'essai.

Verres et Émaux, par L. COFFIGNAL, ingénieur des Arts et Manufactures. 1 vol. in-16 de 332 pages, avec 129 figures, cartonné..... 5 fr.

La première partie du livre de M. Coffignal est consacrée aux *Verres*. Composition, propriétés physiques et chimiques et analyse des verres, des fours de fusion, produits réfractaires et préparation des pâtes, procédés de façonnage du verre, produits spéciaux et compositions vitrifiables : verres solubles, verres de Bohême, cristal, verres d'optique, décoration du verre.

La deuxième partie consacrée aux *Émaux et glaçures*. Composition, matières premières et propriétés des glaçures, fabrication et pose des glaçures, emploi des émaux.

La Céramique, par E.-S. AUSCHER, ingénieur des Arts et Manufactures, 1901, 1 vol. in-16 de 400 pages, avec fig., cart. 5 fr.

Grès, Faïences, Porcelaines, par E.-S. AUSCHER, 1901. 1 vol. in-16 de 400 pages, cartonné..... 5 fr.

Histoire de la céramique. — Poteries non vernissées poreuses. — Terres cuites. — Briques. — Tuiles. — Tuyaux. — Jarres. — Cuviers. — Alcarazzas. — Pots à fleurs. — Pipes en terre. — Filtres. — Carreaux. — Poteries vernissées à pâte poreuse. — Poteries lustrées. — Faïences stannifères. — Majoliques. — Faïences à vernis transparents. — Couvertes. — Faïences fines. — Poteries vernissées à pâte non poreuse. — Grès. — Porcelaines. — Porcelaines dures. — Porcelaines de Sèvres. — Porcelaines ordinaires. — Porcelaines orientales. — Porcelaines tendres. — Poteries non vernissées à pâte non poreuses. — Biscuits.

Digitized by Google

La Bière et l'Industrie de la Brasserie,

par PAUL PETIT, professeur à la Faculté des Sciences, directeur de l'Ecole de brasserie de Nancy, 1895, 1 vol. in-16 de 420 pages, avec 74 figures, cartonné..... 5 fr.

Matières premières : Maltage. — Etude de l'eau, du houblon, de la poix — Brassage: Cuisson et houblonnage, refroidissement et oxygénation des moûts. — Fermentation · Maladies de la bière. — Contrôle de fabrication. — Consommation et valeur alimentaire de la bière. — Installation d'une brasserie. — Enseignement technique.

Chimie du Distillateur, *matières premières et produits de fabrication*,

par P. GUICHARD, ancien chimiste de distillerie, 1895, 1 vol. in-16 de 408 pages, avec 75 figures, cartonné.... 5 fr.

Ce volume a pour objet l'étude chimique des matières premières, et des produits de fabrication de la distillerie. M. Guichard étudie successivement les éléments chimiques de la distillerie, leur composition et leur essai industriel.

Microbiologie du Distillateur, *ferments et fermentations*,

par P. GUICHARD, 1895, 1 vol. in-16, de 392 pages, avec 106 figures et 38 tableaux, cartonné..... 5 fr.

Historique des fermentations; matières albuminoïdes; ferments solubles, diastases, zymases ou enzymes; ferments figurés et levures; fermentations; composition et analyse industrielle des matières fermentées, malt, moûts, drèches, etc. Tableaux de la force réelle, des spiritueux, du poids réel d'alcool pur, des richesses alcooliques, etc.

L'Industrie de la Distillation, *levures et alcools*,

par P. GUICHARD, 1897, 1 vol. in-16 de 415 pages, avec 138 figures, cartonné..... 5 fr.

Fabrication des liquides sucrés par le malt et par les acides. — Fermentation de grains, pommes de terre, mélasses, etc. — Industrie de la levûre de brasserie, de distillerie et levure pure. — Fabrication de l'alcool; grains, pommes de terre, mélasses. — Distillation et purification de l'alcool. — Applications : levûres, alcools, résidus.

Placé pendant longtemps à la tête du laboratoire d'une fabrique de levure, M. Guichard a pu apprécier les besoins de cette grande industrie, et le traité qu'il publie aujourd'hui y donne satisfaction, en mettant à la portée des industriels, sous une forme simple, quoique complète, les travaux les plus récents des savants français et étrangers.

Le Sucre et l'Industrie sucrière,

par PAUL HORSIN-DÉON, ingénieur-chimiste, 1895, 1 vol. in-16 de 495 pages, avec 83 figures, cartonné..... 5 fr.

Ce livre passe en revue tout le travail de la sucrerie, tant au point de vue pratique de l'usine, qu'au point de vue purement chimique du laboratoire; c'est un exposé au courant des plus récents perfectionnements. Voici le titre des différents chapitres :

La betterave et sa culture. — Travail de la betterave et extraction du jus par pression et par diffusion, travail du jus, des écumes et des jus troubles, filtration, évaporation cuite. — Appareils d'évaporation à effets multiples. — Turbinage. — Extraction du sucre de la mélasse. — Analyses. — Sucre de canne ou saccharose. — Glucose, levulose et sucre interverti. — Analyse de la betterave, des jus, des écumes, des sucres, des mélasses, etc. — Le sucre de canne, culture et fabrication. — Raffinages des sucres.

J.-B. BAILLIÈRE ET FILS, 19, RUE HAUTEFEUILLE, A PARIS

Digitized by Google

Savons et Bougies, par JULIEN LEFÈVRE, agrégé des sciences physiques, professeur à l'École des sciences de Nantes, 1894, 1 vol. in-16 de 424 pages, avec 116 figures, cartonné ..... 5 fr.

M. Lefèvre expose d'abord les notions générales sur les corps gras neutres.

Il traite ensuite de la savonnerie et décrit les matières premières, les procédés de fabrication, les falsifications et les modes d'essai. La seconde partie contient la fabrication des chandelles, (moulage des bougies stéariques, fabrication des bougies colorées, creuses, enroulées, allumettes-bougies, etc.), fabrication de la glycérine.

Dans les deux industries, l'auteur s'est appliqué à faire connaître les méthodes et les appareils les plus récents et les plus perfectionnés.

Couleurs et Vernis, par G. HALPHEN, chimiste au Ministère du commerce, 1894, 1 vol. in-16 de 388 pages, avec 29 figures, cartonné..... 5 fr.

Ce livre présente l'ensemble des connaissances générales relatives à la fabrication des couleurs et vernis, tant au point de vue technique que dans leurs rapports avec l'art, l'industrie et l'hygiène.

On trouvera réunis dans ce volume tous les renseignements qui peuvent guider l'artiste ou l'artisan dans le choix des substances qu'il veut employer et le fabricant dans les manipulations qu'entraîne leur préparation. Il a été suivi une marche uniforme à propos de chaque couleur : la synonymie, la composition chimique, la fabrication, les propriétés et les usages. L'auteur a pu recueillir auprès des industries un grand nombre de renseignements pratiques sur les procédés les plus employés.

Les Parfums artificiels, par EUG. CHARABOT, chimiste industriel, professeur d'analyse chimique à l'École commerciale de Paris, 1899, 1 vol. in-16 de 300 pages, avec 25 figures, cartonné 5 fr.

Les parfums synthétiques qui, incontestablement, présentent le plus d'intérêt au point de vue de leurs applications sont : le terpinéol, la vanilline, l'héliotropine, l'ionone, le musc artificiel. Ce sont eux qui ont droit au plus grand développement.

Toutefois l'auteur étudie en outre plusieurs principes naturels à composition définie (linalol, bornéol, safrol) qui servent de matières premières pour la préparation de substances odorantes.

Ce livre rendra service aux chimistes, aux industriels, aux experts.

Cuirs et Peaux, par H. VOINESSON DE LAVELINES, chimiste au Laboratoire municipal, 1894, 1 vol. in-16 de 451 pages, avec 88 figures, cartonné..... 5 fr.

M. Voinesson de Lavelines passe d'abord en revue les peaux employées dans l'industrie des cuirs et peaux, puis les produits chimiques usités en hongroirie et mégisserie, les végétaux tannants et les matières tinctoriales pour les peaux et la maroquinerie. Vient ensuite la préparation des peaux brutes pour cuirs forts, le tannage des cuirs forts et la fabrication des cuirs mous. Les chapitres suivants sont consacrés à l'industrie du corroyeur, qui donne aux peaux les qualités spéciales, nécessaires suivant les industries qui les emploient : cordonniers, bourreliers, selliers, carrossiers, relieurs, etc. L'art de vernir les cuirs, est décrit très complètement. Viennent ensuite la hongroirie, la mégisserie, la chamoiserie et la buffletterie. L'ouvrage se termine par la maroquinerie, l'impression et la teinture sur cuir, la parcheminerie et la ganterie.

L'industrie et le Commerce des Tissus, en France et dans les différents pays, par G. JOULIN, chimiste au Laboratoire municipal, 1895, 1 vol. in-16 de 346 pages, avec 76 fig., cartonné..... 5 fr.

Après avoir décrit les opérations préliminaires du tissage et les opérations spéciales pour étoffes façonnées, M. Joulin consacre des chapitres distincts au coton (filature et tissus de cotons, tissus unis, croisés, façonnés, velours, bonneterie, etc.) au lin, au jute, au chanvre, à la ramie, et à la laine (filature, travail de la laine à cardes et à peigne, draperie, reps, étamine, alpaga, barège, mérinos, velours, peluche, tapis, passementerie, vêtement, etc.).

Digitized by Google

L'Eau dans l'Industrie, par P. GUICHARD, 1894, 1 vol. in-16 de 417 pages, avec 80 figures, cartonné..... 5 fr.

M. Guichard s'occupe d'abord de l'analyse chimique, microscopique et bactériologique de l'eau, puis de la purification des eaux naturelles, par les procédés physiques ou chimiques. Il passe en revue les différentes espèces d'eaux employées; puis il étudie la fabrication et l'emploi de la glace, et l'emploi de l'eau à l'état liquide dans les industries alimentaires, dans la teinturerie, la papeterie, les industries chimiques, etc. Il traite ensuite des eaux résiduaires et de leur purification.

L'Eau potable, par F. COREIL, directeur du laboratoire municipal de Toulon, 1896, 1 vol. in-16 de 359 pages, avec 136 figures, cartonné..... 5 fr.

Éléments et caractères de l'eau potable. Analyse chimique, prise d'échantillon, analyse qualitative et quantitative. Examen microscopique. Analyse bactériologique. Amélioration et stérilisation des eaux.

Les Eaux d'Alimentation, épuration, filtration, stérilisation, par ÉD. GUINOCHET, pharmacien en chef de l'hôpital de la Charité, 1894, 1 vol. in-16 de 370 pages, avec 52 fig., cart. 5 fr.

I. *Filtration centrale :* Galeries filtrantes, filtres à sable, puits Lefort, procédés industriels. — II. *Filtration domestique: Epuration par les substances chimiques, filtres domestiques. Nettoyage et stérilisation des filtres* (Nettoyeur André, Expériences de M. Guinochet, stérilisation des bougies filtrantes). — III. *Stérilisation par la chaleur : Action de la chaleur, appareils stérilisateurs.*

L'Industrie du Blanchissage et les blanchisseries, par A. BAILLY, 1895, 1 vol. in-16 de 383 p., avec 106 fig., cart. 5 fr.

Ce livre est divisé en trois parties : 1° *le blanchiment des tissus neufs, des fils et des cotons ;* 2° *le blanchissage domestique du linge dans les familles ;* 3° *le blanchissage industriel.* L'ouvrage débute par une étude des matières premières employées dans cette industrie. A la fin sont groupés les renseignements sur les installations et l'exploitation moderne des usines de blanchisseries : on y trouvera décrite : 1° *l'installation et l'organisation des lavoirs publics ;* 2° *les blanchisseries spéciales du linge des hôpitaux, des restaurants, des hôtels à voyageurs, des établissements civils et militaires ;* 3° *la manière d'établir la comptabilité du linge à blanchir;* 4° *les relations entre la direction des usines, leur personnel et leur clientèle.*

L'industrie de la Soude, par G. HALPHEN, 1895, 1 vol. in-16 de 368 pages, avec 91 figures, cartonné..... 5 fr.

Cet ouvrage renferme; 1° L'exposé des propriétés et des modes d'extraction des matières premières; 2° L'étude des anciennes méthodes de fabrication de la soude; 3° Un examen détaillé des procédés actuellement en usage dans les soudières, ce qui a nécessité les études spéciales de la fabrication du sulfate de soude, de la condensation de l'acide chlorhydrique, de la régénération de l'ammoniaque et du chlore dans le procédé à l'ammoniaque, de celle du soufre dans les marcs ou charrées de soude Leblanc; 4° Les notions relatives à la fabrication de la soude caustique ; 5° Les principes généraux de fabrication de la soude par la cryolithe et les sulfures doubles.

J.-B. BAILLIÈRE ET FILS, 19, RUE HAUTEFEUILLE A PARIS

Digitized by Google

L'Or, propriétés physiques et chimiques, gisements, extraction, applications, dosage, par L. WEILL, ingénieur des mines. Introduction par U. LE VERRIER, professeur de métallurgie au Conservatoire des Arts et Métiers et à l'Ecole des mines, 1896, 1 vol. in-16 de 420 pages, avec 67 figures, cartonné..... 5 fr.

Propriétés physiques et chimiques ; dosage. Géologie ; minerais, gisement. Métallurgie; voie sèche, amalgamation et lixiviation. Elaboration : alliages, frappe des monnaies. Orfèvrerie : argenture. Rôle économique : commerce, statistique, avenir.

L'Argent, géologie, métallurgie, rôle économique, par LOUIS DE LAUNAY, professeur à l'École des mines, 1896, 1 vol. in-16 de 382 pages, avec 80 figures, cartonné ..... 5 fr.

Propriétés physiques et chimiques. — Gisements : Gisements filoniens ; Gisements sédimentaires. — Alluvions aurifères. — Extraction. — Applications. — Orfèvrerie. — Médailles. — Monnaies. — Dosage. — Essai des minerais. — Essai des alliages.

Le Cuivre, par PAUL WEISS, 1893, 1 vol. in-16 de 344 pages, avec 86 figures, cartonné..... 5 fr.

M. P. Weiss résume en un volume portatif toutes les données actuelles sur les gisements, la métallurgie et les applications du cuivre.

Dans une première partie, M. Weiss passe en revue l'origine, les gisements, les propriétés et les alliages du cuivre. Dans la deuxième partie, il passe en revue le grillage des minerais, la fabrication de la matte bronze, la transformation de la matte bronze en cuivre noir, l'affinage du cuivre brut et le traitement des minerais de cuivre par la voie humide.

La troisième partie traite des applications du cuivre, de son marché, de son emploi. de la fabrication et de l'emploi des planches de cuivre (chaudronnerie, etc.), de l'emploi du cuivre en électricité (tréfilerie, etc.), de la fonderie du cuivre et de ses alliages, enfin des bronzes et laitons.

L'Aluminium, par A. LEJEAL. Introduction par U. LE VERRIER, professeur à l'École des mines, 1894, 1 vol. in-16 de 357 pages, avec 36 figures, cartonné..... 5 fr.

Le volume débute par un exposé historique et économique. Vient ensuite l'étude des propriétés physiques et chimiques de l'aluminium et de ses sels, l'étude des minerais et de la fabrication des produits aluminiques. Les chapitres suivants sont consacrés à la métallurgie (procédés chimiques, électrothermiques et électrolytiques), aux alliages, aux emplois de l'aluminium, à l'analyse et à l'essai des produits aluminiques, enfin au mode de travail et aux usages de l'aluminium.

Le volume se termine par l'histoire des autres métaux terreux et alcalino-terreux : manganèse, baryum et strontium, calcium et magnésium.

Les Minéraux utiles et l'Exploitation des Mines, par KNAB, répétiteur à l'École centrale, 1894, 1 vol. in-16 de 392 pages, avec 76 figures, cartonné..... 5 fr.

Dans une première partie, *Gîte des minéraux utiles*, M. Knab expose les faits géologiques qui mènent à la connaissance du gisement des minéraux. Il décrit les gîtes minéraux, les combustibles minéraux, le sel gemme, les minerais, les mines de la France et des colonies et expose les principes qui doivent guider pour la reconnaissance des mines.

La seconde partie, *Exploitation des minéraux utiles*, traite de l'attaque de la masse terrestre (*abatage, voies de communication, exploitation*), et des transports de toute nature effectués dans le sein de la terre (*épuisement, aérage, extraction*). L'*éclairage*, la *descente des hommes*, les *accidents des mines* forment sous le titre de *Services divers* un groupe à part. Enfin, sous le nom de *Préparation mécanique des minerais*, l'auteur suit les minerais au-delà de l'instant où ils ont été amenés au jour, en vue de les livrer aux usines dans un état mieux approprié aux opérations à subir.

Digitized by Google

Précis de Physique industrielle, par H. PÉCHEUX, professeur à l'Ecole pratique de commerce et d'industrie de Limoges. Introduction par M. PAUL JACQUEMART, inspecteur général de l'enseignement technique, 1899, 1 vol. in-16 de 570 pages, avec 646 figures, cartonné..... 6 fr.

Le livre de M. Pécheux, répondant exactement au programme de physique des Écoles pratiques de commerce et d'industrie, est appelé à rendre d'utiles services aux élèves des Ecoles pratiques et à tous les jeunes gens qui se destinent à l'industrie et qui doivent se familiariser avec les grands phénomènes physiques qu'ils sont exposés à rencontrer, dans tous les ateliers, en même temps qu'à toute une catégorie de jeunes gens mis dans l'impossibilité de suivre leur enseignement.

Traité d'Électricité industrielle, par R. BUSQUET, professeur à l'Ecole industrielle de Lyon, 1900, 2 vol. in-16 de 500 pages chacun, avec 400 figures, cartonné..... 12 fr.

Il n'existait pas encore un véritable livre d'initiation qui permît d'aborder les questions d'électricité industrielle sans avoir fait au préalable des études spéciales. C'est cette lacune que l'auteur s'est proposé de combler voulant exposer simplement et sans le secours des hautes mathématiques les phénomènes électriques, sans rien sacrifier toutefois des principes exacts qui servent de base à l'électricité industrielle.

Le Monteur électricien, par E. BARNI, ingénieur-électricien et A. MONTPELLIER, rédacteur en chef de *l'Electricien*. 1900, 1 vol. in-16 de 500 pages, avec 120 figures, cartonné..... 5 fr.

Dynamos. — Lampes à arc et à incandescence. — Appareils auxiliaires. — Lignes aériennes et souterraines. — Canalisations intérieures. — Calculs et essais des conducteurs. — Accumulateurs. — Courant alternatif et courants polyphasés. — Distribution de l'énergie électrique. — Moteurs.

La Galvanoplastie, *le nickelage, l'argenture, la dorure, l'électrométallurgie et les applications chimiques de l'électrolyse*, par E. BOUANT, agrégé des sciences physiques, 1894, 1 vol. in-16 de 400 pages, avec 52 figures, cartonné..... 5 fr.

I. *Notions générales sur l'électrolyse* : Unités pratiques de mesure. Sources d'électricité employées dans les opérations électrolytiques. Piles, accumulateurs, machines électrolytiques.—II. *Galvanoplastie*. Moulage. Disposition des bains, formation du dépôt. électrotypie. — III. *Electrochimie* : Décapage, cuivrage, argenture, dorure. Dépôt de divers métaux, coloration et ornementation par les dépôts métalliques. — IV. *Electrométallurgie*. — V. *Applications chimiques de l'électrolyse* : Épuration des eaux, désinfection, blanchiment, fabrication du chlore, tannage, préparation de l'oxygène, etc.

La Traction mécanique et les Voitures automobiles, par G. LEROUX et A. REVEL, ingénieurs du service de la traction mécanique à la Compagnie générale des Omnibus. 1900, 1 vol. in-16 de 394 pages, avec 108 figures, cartonné. 5 fr.

Les auteurs ont d'abord consacré un chapitre spécial à l'examen des organes qui sont communs a tous les systèmes. Puis ils passent en revue les TRAMWAYS A VAPEUR, A AIR COMPRIMÉ et A GAZ, les TRAMWAYS ÉLECTRIQUES et les TRAMWAYS FUNICULAIRES. Les trois derniers chapitres sont consacrés aux VOITURES AUTOMOBILES, *voitures à vapeur, voitures à essence de pétrole et voitures électriques*, et à la description des principaux *types d'automobiles*.

Digitized by Google

LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS
19, rue Hautefeuille, à Paris

La Traction Mécanique et les Voitures Automobiles

PAR

G. LEROUX
INGÉNIEUR CHEF DU SERVICE
DE LA TRACTION MÉCANIQUE C. G. O.
RÉPÉTITEUR A L'ÉCOLE CENTRALE

A. REVEL
INGÉNIEUR
A LA COMPAGNIE GÉNÉRALE
DES OMNIBUS

1 vol. in 18 de 394 pages, avec 108 figures, cartonné..... 5 fr.

La traction mécanique des véhicules a pris depuis quelques années une importance considérable.

Le public, voyant en elle une source d'amélioration dans l'industrie des transports, s'est passionné pour cette question et des sociétés puissantes ont pris naissance soit pour créer le matériel nécessaire, soit pour l'exploiter.

En raison de l'actualité et de l'attrait de ce mode de traction, il est naturel que chacun cherche à se rendre compte du fonctionnement et des avantages particuliers des divers systèmes de traction mécanique.

Il était d'abord nécessaire d'appeler l'attention sur le *développement et les avantages des tramways mécaniques*. On a ensuite indiqué les *conditions générales d'installation d'une ligne de tramways* de ce genre.

Les voitures automotrices présentant des dispositions indépendantes de la nature même de l'agent moteur, les auteurs ont consacré un chapitre spécial à l'examen des organes qui sont communs à tous les systèmes.

Puis ils passent en revue les TRAMWAYS A VAPEUR, A AIR COMPRIMÉ et A GAZ, les TRAMWAYS ÉLECTRIQUES et les TRAMWAYS FUNICULAIRES. Ils décrivent trois modes de *traction par la vapeur*, puis ils examinent les divers systèmes de *traction électrique*, *fil aérien*, *caniveau*, *contacts superficiels* et *accumulateurs*. Pour l'air comprimé et pour l'électricité, ils étudient *la production et le transport de l'énergie* sous chacune de ces deux formes.

Les trois derniers chapitres sont consacrés aux VOITURES AUTOMOBILES. Après avoir exposé les divers systèmes employés : *voitures à vapeur*, *voitures à essence de pétrole* et *voitures électriques*, ils décrivent les principaux *types d'automobiles* des divers systèmes.

Pour terminer, ils ont rappelé les résultats des derniers *concours de fiacres et de poids lourds*. Enfin, ils ont reproduit en appendice quelques documents : l'ordonnance de police du 31 août 1897 relative aux tramways mécaniques, le décret du 10 mars et la circulaire ministérielle du 10 avril 1899 fixant les conditions d'emploi des voitures automobiles, enfin le rapport de M. Léon Colin concernant la vitesse des automobiles.

ENVOI FRANCO CONTRE UN MANDAT POSTAL

Digitized by Google

Dictionnaire d'Électricité

COMPRENANT

les Applications aux Sciences, aux Arts et à l'Industrie

Par JULIEN LEFÈVRE

DOCTEUR ÈS SCIENCES, AGRÉGÉ DES SCIENCES PHYSIQUES
PROFESSEUR AU LYCÉE DE NANTES

DEUXIÈME ÉDITION MISE AU COURANT DES NOUVEAUTÉS ÉLECTRIQUES

Introduction par E. BOUTY

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

1896. 1 vol. gr. in-8 de 1150 pages à 2 colonnes avec 1250 fig. 30 fr.

Le *Dictionnaire d'Électricité* de M. J. LEFÈVRE est une véritable encyclopédie électrique où le lecteur trouvera un exposé complet des principes et des méthodes en usage aujourd'hui, ainsi que la description de toutes les applications scientifiques et industrielles.

Le *Dictionnaire d'Électricité* présente sous une forme claire et concise des renseignements sur la terminologie électrique, comme aussi l'exposé des connaissances actuelles en électricité.

C'est le seul ouvrage de ce genre qui soit au courant des découvertes les plus nouvelles et qui fasse connaître les appareils et les applications qui se sont produits récemment, tant en France qu'à l'Etranger.

On y trouvera, en fait de nouveautés, au point de vue théorique, l'étude des ondulations électromagnétiques, celle des courants de haute fréquence, et l'exposé de la découverte des champs tournants et des courants polyphasés. Au point de vue des applications, on trouvera dans cette nouvelle édition toutes les nouveautés relatives au chauffage électrique, à la traction et aux locomotives électriques, à l'éclairage, au théâtrophone, etc.

Pour faire un bon dictionnaire d'électricité, il ne suffisait pas d'être un *électricien :* il fallait avant tout faire œuvre de professeur et savoir trouver dans chaque article la matière d'une petite monographie, claire, concise, et le plus possible indépendante des autres. M. Julien LEFÈVRE, bien connu comme un chercheur consciencieux et un professeur intelligent, offrait à cet égard des garanties sérieuses, et se trouvait désigné, d'autre part, par son habitude de l'enseignement technique. Il a parfaitement réussi.

Toute la partie technique du *Dictionnaire* est traitée avec un soin scrupuleux et un grand luxe d'informations.

La multiplicité des gravures, leur choix, leur parfaite exécution contribueront pour une bonne part au succès de cet ouvrage, tant auprès du grand public que chez les hommes spéciaux auxquels il sera plus particulièrement indispensable.

LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS.

Digitized by Google

Dictionnaire de Chimie

COMPRENANT :

les applications aux Sciences, aux Arts, à l'Agriculture et à l'Industrie, à l'usage des Chimistes, des Industriels, des Fabricants de produits Chimiques, des Laboratoires municipaux, de l'École Centrale, de l'École des Mines, des Écoles de Chimie, etc.

Par E. BOUANT

AGRÉGÉ DES SCIENCES PHYSIQUES

Introduction par M. TROOST, Membre de l'Institut

1 vol. gr. in-8 de 1220 pages, avec 400 figures..... **25 fr.**

Sous des dimensions relativement restreintes, le *Dictionnaire de Chimie* de M. Bouant contient tous les faits de nature à intéresser les chimistes, les industriels, les fabricants de produits chimiques, les médecins, les pharmaciens, les étudiants.

Parmi les corps si nombreux que l'on sait aujourd'hui obtenir et que l'on étudie dans les laboratoires, on a insisté tout particulièrement sur ceux qui présentent des applications. Sans négliger l'exposition des théories générales, dont on ne saurait se passer pour comprendre et coordonner les faits, on s'est restreint cependant à rester le plus possible sur le terrain de la chimie pratique. Les préparations, les propriétés, l'analyse des corps usuels sont indiquées avec tous les développements nécessaires. Les fabrications industrielles sont décrites de façon à donner une idée précise des méthodes et des appareils.

A la fin de l'étude de chaque corps, une large place est accordée à l'examen de ses applications. On ne s'est pas contenté, sur ce point, d'une rapide énumération. On a donné des indications précises, et fréquemment même des recettes pratiques qu'on ne rencontre ordinairement que dans les ouvrages spéciaux.

Ainsi conçu, ce dictionnaire a sa place marquée dans les laboratoires de chimie appliquée, les laboratoires municipaux, les laboratoires agricoles. Il rendra également de grands services à tous ceux qui, sans être chimistes, ne peuvent cependant rester complètement étrangers à la chimie.

LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS.

Digitized by Google

LE MONTEUR ÉLECTRICIEN

PAR

E. BARNI
INGÉNIEUR-ÉLECTRICIEN

A. MONTPELLIER
RÉDACTEUR EN CHEF DE *l'Électricien*

DYNAMOS, LAMPES À ARC, LAMPES À INCANDESCENCE
APPAREILS AUXILIAIRES, LIGNES AÉRIENNES,
LIGNES SOUTERRAINES, CANALISATIONS INTÉRIEURES, CALCUL ET ESSAI
DES CONDUCTEURS, ACCUMULATEURS, COURANT ALTERNATIF
ET COURANTS POLYPHASÉS,
DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE, MOTEURS.

1899. 1 vol. in-16 de 438 pages, avec 210 figures, cartonné. ..... 5 fr.

L'ouvrage de l'ingénieur E. Barni a obtenu en Italie un très légitime succès, parfaitement justifié par le nombre de renseignements pratiques que l'on y trouve et par la clarté d'exposition des notions élémentaires d'électrotechnique indispensables.

M. Montpellier, le savant rédacteur en chef du journal l'*Électricien*, a pensé qu'une édition française de cet intéressant manuel pourrait rendre des services à tous ceux qui s'occupent des applications si nombreuses de l'électricité.

Tout en conservant le plan de l'ouvrage original, il a complété certaines notions générales insuffisamment développées.

C'est ainsi que le premier chapitre, consacré aux notions préliminaires, a presque entièrement été rédigé à nouveau, de façon à préciser certaines définitions et à présenter les principes des phénomènes électriques dans un langage qui fût en même temps accessible à tous et rigoureusement exact au point de vue scientifique.

Dans les chapitres relatifs aux dynamos à courant continu, M. Montpellier a également modifié en certains endroits le texte original, afin de présenter plus clairement au lecteur le fonctionnement de ces machines.

En ce qui concerne le reste de l'ouvrage, il n'a eu qu'à suivre fidèlement le texte italien. Les nombreuses données pratiquées sur les lampes à arc et à incandescence, sur les appareils accessoires de toute installation, sur la construction, l'établissement et les essais des canalisations aériennes et souterraines, extérieures et intérieures; sur les alternateurs mono et polyphasés; sur les moteurs électriques; sur les systèmes de distribution, etc., constituent autant de monographies où le praticien pourra trouver facilement les renseignements dont il peut avoir besoin pour l'exécution des installations, leur mise en service et leur entretien.

Cette édition française sera aussi bien accueillie que l'ont été les quatre éditions successives publiées en Italie.

ENVOI FRANCO CONTRE UN MANDAT POSTAL.

Digitized by Google

Traité élémentaire de Physique, par A. Imbert,

professeur de physique à la Faculté de Montpellier, et **H. Bertin-Sans**, chef des travaux de physique à la Faculté de Montpellier. 1896, 2 vol. in-8 de 1124 pages, avec 464 figures et 6 planches coloriées ..... **16** fr.

En écrivant ce nouveau *Traité de Physique*, MM. Imbert et Bertin-Sans ont eu la double préoccupation de satisfaire à une bonne instruction scientifique générale et de donner aux élèves toutes les notions théoriques dont ils auront besoin plus tard pour comprendre et utiliser les applications de la physique. C'est un traité complet, suffisamment développé, pour permettre de préparer tous les examens dans les programmes desquels entre la physique. L'ouvrage, écrit avec clarté et précision, est illustré de très nombreuses figures intercalées dans le texte et même de planches coloriées hors texte, pour l'optique : c'est là une innovation qui sera particulièrement appréciée.

Manipulations de Physique. Cours de travaux pratiques, par

A. Leduc, maître de conférences à la Faculté des sciences de Paris. 1895, 1 vol. in-8 de 384 pages, avec 144 figures..... **6** fr.

Chargé par M. Bouty, professeur à la Faculté des sciences de Paris, de réorganiser le service des manipulations du laboratoire d'enseignement de la physique, M. Leduc s'est trouvé à même de faire une étude critique approfondie des manipulations les plus usuelles.

M. Leduc a introduit, au commencement de chaque série de manipulations, les notions que l'on doit avoir bien présentes à l'esprit au moment de les mettre en pratique, afin de tirer le meilleur profit de l'exercice entrepris. D'autre part, il a insisté sur le *mode opératoire*, sur les précautions à prendre dans les diverses mesures pour mener l'opération à bonne fin et trouver des résultats exacts.

Voici la liste des principaux sujets traités : Instruments de mesure. Balances. Densités. Pression atmosphérique. Thermomètres. Calorimétrie. Densité des vapeurs. Hygrométrie. Miroirs et lentilles. Photographie. Microscope composé. Prisme. Indices de réaction. Spectroscopie. Photométrie. Polarisation chromatique et rotatoire. Charges et densités électriques. Balance de Coulomb. Machines électriques. Electromagnétisme. Galvanomètres et appareils de mesures électromagnétiques. Enregistrement des vibrations.

Manipulations de Physique, Cours de travaux pratiques,

par **H. Buignet**, professeur à l'École de pharmacie de Paris. 1877, 1 vol. gr. in-8 de 788 p., avec 265 figures et pl. col., cart... **16** fr.

Citons parmi les sujets traités : poids spécifiques, aréométrie, mesure de volume des gaz, thermométrie, changement de volume et changement d'état, calorimétrie, hygrométrie, transmission de la chaleur rayonnante, pouvoir conducteur, électrolyse, galvanoplastie, application des électro-aimants, photométrie, gonométrie, observations microscopiques, lumière polarisée, analyse spectrale, photographie.

Digitized by Google

Traité élémentaire de Chimie, par R. Engel, Professeur à l'Ecole Centrale des arts et manufactures. 1895, 1 vol. in-8 de 700 p. avec 165 figures..... 8 fr.

Le *Traité de Chimie* de M. Engel est le premier ouvrage qui ait été spécialement rédigé conformément aux programmes du certificat d'études physiques, chimiques et naturelles, et des examens d'entrée à l'Ecole centrale des arts et manufactures.

L'auteur s'est proposé, dans ce livre, de présenter un exposé méthodique de la science et de coordonner l'étude spéciale de chaque corps suivant un plan uniforme, de manière à faciliter la mémoire des faits si nombreux en chimie. Il s'est efforcé, d'autre part, de rattacher les notions spéciales à des idées générales et de porter ainsi le lecteur à des rapprochements qui facilitent la compréhension des phenomènes et celle du mécanisme des réactions.

Dans ce but, il a apporté à la disposition habituellement adoptée des matières diverses modifications auxquelles l'a amené l'expérience acquise depuis vingt années d'enseignement. C'est ainsi que : 1° Les propriétés générales des sels sont exposées dans la première partie de l'ouvrage. — 2° Les genres de sels sont décrits immédiatement après l'acide dont ils dérivent et dont l'histoire se trouve ainsi complétée. — 3° Les caractères analytiques des sels, qui se confondent avec ceux de l'acide, figurent à la suite de la description de chaque genre de sel et non dans une partie spéciale du livre. — 4° La plupart des équations chimiques qui ne sont pas des phénomènes de double décomposition sont complétées par l'indication du phénomène thermique qui les accompagne.

Manipulations de Chimie, Préparations et Analyses, par L. Etaix, chef des travaux chimiques à la Faculté des sciences de Paris. Préface de M. Joannis, Professeur à la Faculté des sciences de Paris. 1897, 1 vol. in-8 de 276 pages avec 150 figures..... 5 fr.

Ce livre aidera tous ceux qui débutent dans les laboratoires de chimie pour la préparation des principaux corps étudiés dans les cours, la répétition des expériences importantes et surtout les recherches analytiques, qualitatives, et quantitatives.

La connaissance des instruments dont on aura à se servir, la description détaillée et rendue plus claire par des figures des opérations simples que l'on a à effectuer pour monter un appareil, leur montage et leur vérification avant l'expérience forment l'*introduction*. Une suite de vingt manipulations comprend les *préparations des principaux corps* et les précautions à prendre pour que celles-ci soient bien faites et pour éviter tout danger dans le maniement de produits souvent dangereux et dans la conduite de réactions parfois sujettes à se produire trop vivement.

La partie relative à la *chimie analytique*, si particulièrement riche en applications, est divisée en deux parties. La première, consacrée à l'*analyse qualitative*, comprend la préparation des dissolutions employées comme réactifs, les caractères analytiques des principaux métaux et des acides les plus importants et la marche systématique à suivre pour reconnaître ces corps dans une dissolution ou dans un mélange de plusieurs sels dissous ou solides. Dans la deuxième partie, après un exposé rapide des *procédés volumétriques*, l'auteur aborde l'alcalimétrie, les essais par le permanganate de potassium, l'iodométrie, la sulfhydrométrie, puis les essais d'argent par la voie humide et la voie sèche. L'*analyse organique* et l'*analyse des gaz* terminent cet ouvrage.

Manipulations de Chimie, par E. Jungfleisch, Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers. *Deuxième édition*, 1893, 1 vol. gr. in-8 de 1180 pages, avec 374 figures, cartonné..... 25 fr.

Cet ouvrage fournit à ceux qui commencent l'étude pratique de la chimie les renseignements techniques nécessaires à l'exécution des opérations les plus importantes. Il expose les conditions dans lesquelles chaque expérience doit être faite, les difficultés et les accidents auxquels elle peut donner lieu, les causes d'insuccès qu'on y rencontre, les moyens à mettre en œuvre pour en assurer le résultat. Il servira de guide dans toutes les écoles où s'organisent des manipulations.

ENVOI FRANCO CONTRE UN MANDAT POSTAL.

Digitized by Google

Précis de Chimie atomique, tableaux schematiques coloriés,

par **J. Debionne**, professeur à l'École de médecine d'Amiens. 1896, 1 vol. in-16 de 192 pages, avec 43 planches, comprenant 175 figures en 5 couleurs, cartonné..... **5** fr.

Les progrès réalisés par la chimie moderne et l'innombrable variété de corps nouveaux auxquels l'application des nouvelles méthodes a donné naissance, n'ont pas été sans rendre l'étude de cette science plus aride et plus difficile. Aussi, combien de jeunes gens, effrayés par une suite interminable de mots barbares, qui semblent ôter à la science chimique tout son attrait, n'ont pas persévéré dans l'étude de cette science, faute d'avoir été aidés dès leurs premiers pas.

Dans toutes les sciences cependant on s'ingénie de plus en plus à donner de plus grandes facilités pour apprendre. L'enseignement par les yeux est certes un de ceux qui apprennent le plus vite et gravent le mieux dans la mémoire. Rien de semblable n'avait été tenté jusqu'ici pour la chimie.

L'idée de ce précis a été suggérée à l'auteur par les difficultés qu'ont les débutants à se reconnaître dans les ouvrages théoriques trop abstraits. Parler aux yeux, telle a été la préoccupation de M. Debionne. L'originalité de ce précis de chimie atomique, c'est que les composés chimiques les plus importants y sont représentés schématiquement par des couleurs et des signes conventionnels.

Les Théories et les Notations de la Chimie moderne,

par **A. de Saporta**. Introduction par C. Friedel, de l'Institut, 1889. 1 vol. in-16, de 336 pages..... **3** fr. **50**

Ce volume débute par une introduction de M. Friedel, en faveur de l'emploi de la notation atomique, aujourd'hui usitée dans le monde entier. Cet ouvrage sera d'un grand secours aux jeunes chimistes qui ont besoin de se mettre, dès le principe, au courant de la notation chimique et de la constitution des corps.

Les Nouveautés chimiques pour 1900,

par C. **Poullenc**, docteur ès-sciences, 1 vol. in-8 de 248 pages, avec 127 figures..... **4** fr.

Années 1896, 1897, 1898, 1899. Chaque..... **4** fr.

La Mécanique générale Américaine,

par **G. Richard**. 1896, 1 vol. gr. in-8 de 630 pages, avec 1441 figures..... **8** fr.

Chaudières. — Machines à vapeur. — Moulins à vent. — Turbines et roues hydrauliques. — Pompes à vapeur. — Appareils de levage (ascenseurs, grues, monte-charges, treuils, etc.). — Mécanismes (embrayages, câbles, courroies, engrenages, paliers, poulies).

Les Machines à Bois Américaines,

par **Vautier**. 1896, 1 vol. gr. in-8 de 144 pages, avec 107 figures..... **3** fr. **50**

Scies et machines à scier. — Machines à mortaiser et à raboter. — Machines à découper, moulurer et sculpter.

Digitized by Google

Les Substances alimentaires étudiées au microscope, surtout au point de vue de leurs altérations et de leurs falsifications, par **E. Macé**, professeur à la Faculté de Nancy. 1891, 1 vol. in-8 de 500 pages, avec 402 figures et 24 pl. coloriées..... **14 fr.**

Les questions d'altération et de falsification des substances alimentaires prennent une importance et un intérêt croissants. Il est du devoir des pouvoirs publics de veiller à la qualité de l'alimentation. Les trois grandes catégories de substances alimentaires, *d'origine minérale*, *animale*, *végétale*, et les *boissons*, sont successivement étudiées avec leurs altérations et falsifications.

Précis d'Analyse microscopique des Denrées alimentaires. Caractères. Procédés d'examen. Altérations et falsifications, par **V. Bonnet**, expert du Laboratoire municipal, préface de L. Guignard, professeur à l'Ecole de pharmacie de Paris. 1890, 1 vol. in-18 de 200 p., avec 163 fig. et 28 pl. en chromolithog., cartonné..... **6 fr.**

Dictionnaire des Falsifications. Étude des altérations des aliments, des médicaments et des produits employés dans les arts, l'industrie et l'économie domestique. Exposé des moyens scientifiques et pratiques d'en reconnaître le degré de pureté, l'état de conservation, de constater les fraudes dont ils sont l'objet, par **J.-L. Soubeiran**, professeur à l'Ecole de pharmacie de Montpellier. 1 vol. gr. in-8 de 640 pages, avec 218 figures..... **14 fr.**

Les Conserves alimentaires, par **J. de Brevans**, chimiste principal au Laboratoire municipal de Paris. 1896, 1 vol. in-16 de 396 pages, avec 71 fig., cartonné..... **4 fr.**

M. de Brevans étudie tout d'abord les procédés généraux de conservation des matières alimentaires : par la concentration, par la dessiccation, par le froid, par la stérilisation et par les antiseptiques.

Il examine ensuite les procédés spéciaux à chaque aliment. A propos de la viande, il traite de la conservation par dessiccation, des extraits de viande, des peptones, des conserves de soupes, de la conservation par le froid, des enrobages, de la conservation par la chaleur et l'élimination de l'air, par le salage et les antiseptiques. Vient ensuite l'étude des conserves de poissons, de crustacés et de mollusques. La conservation et la pasteurisation du lait, les laits concentrés; la conservation du beurre et des œufs terminent les aliments d'origine animale. Il passe ensuite à l'étude de la conservation des aliments d'origine végétale : légumes, fruits, confitures, etc. L'ouvrage se termine par l'étude des altérations et des falsifications et par l'analyse des conserves alimentaires, enfin par les conditions à remplir par les vases destinés à contenir les conserves.

Le Cuivre et le Plomb, dans l'alimentation et l'industrie, au point de vue de l'hygiène, par le professeur **A. Gautier**, membre de l'Institut, 1 vol. in-16, de 310 p..... **3 fr. 50**

Deux métaux toxiques nous accompagnent partout : le cuivre et le plomb. Ils nous fournissent nos ustensiles usuels, amènent l'eau dans nos villes, etc.

Quelle est l'influence, sur la santé publique, de l'absorption continue, à petite dose, de ces deux métaux ? Le cuivre, contrairement à l'opinion admise, semble, sinon inoffensif, du moins incapable d'entraîner des accidents graves ou mortels. Il en est tout autrement du plomb. Industriels et chimistes consulteront utilement cet ensemble de recherches qui touchent à la fois aux questions techniques les plus variées et aux intérêts les plus puissants de l'hygiène et de l'alimentation publique.

ENVOI FRANCO CONTRE UN MANDAT POSTAL.

Digitized by Google

L'art de faire le cidre et les eaux-de-vie de cidre au point de vue agricole et industriel, par PAUL HUBERT, 1895, 1 vol. in-16, de 172 pages, avec 22 figures..... 2 fr.

M. Hubert a condensé en un petit volume tout ce qu'il est intéressant pour le cultivateur et le distillateur de savoir sur la culture du pommier et la fabrication du cidre. Voici le titre des principaux chapitres de son livre :

Culture du pommier; variétés de pommes, récolte et achat. Fabrication du cidre : diffusion, pression, fermentation, soutirage, logement, transport. Cidre doux. Cidre mousseux. Maladies et falsifications. Composition et dosage du cidre. Distillation, rectification, conservation des eaux-de vie. Emploi des résidus.

Procédés pratiques pour l'essai des farines, caractères, altérations, falsifications, moyens de découvrir les fraudes, par D. CAUVET, professeur à la Faculté de Lyon, 1888, 1 vol. in-16, de 95 pages, avec 74 figures..... 2 fr.

M. Cauvet, pharmacien principal de l'armée, a été appelé en maintes circonstances à déterminer la qualité des farines destinées à l'alimentation des troupes. Il avait donc une compétence et une expérience toutes spéciales pour écrire ce livre où il fait connaître : 1° les caractères de la farine de blé; 2° les causes qui peuvent l'avarier; 3° les matières inorganiques ou organiques qui peuvent s'y trouver mélangées, soit accidentellement, soit frauduleusement. Ce petit guide se termine par la méthode d'examen de la farine, pour déterminer ses falsifications et le dosage de cendres, du gluten et de l'amidon.

Le thé, Botanique et culture, falsifications et richesses en caféine, par BIÉTRIX, 1892, 1 vol. in-16, 160 pages, avec 27 figures.. 2 fr.

Ce volume est divisé en quatre parties : la première est consacrée à l'étude botanique et culturale des diverses espèces de thé et à la fabrication des thés noirs et des thés verts; la deuxième partie a trait aux falsifications du thé les plus communes; la troisième renferme l'exposé des méthodes préconisées pour le dosage de la caféïne. La quatrième partie est consacrée à l'application de la meilleure méthode de dosage de la caféïne aux différents thés.

Le lait et le régime lacté, par le Dr GASTON MALAPERT DU PEUX, 1891, 1 vol. in-16, de 160 pages..... 2 fr.

Ce petit manuel comprend deux parties : dans la première l'auteur étudie la sécrétion lactée, les caractères physico-chimiques du lait, les influences physiologiques et pathologiques qui font varier sa composition et sa quantité ; le passage des médicaments dans le lait, la transmission des maladies par son intermédiaire, les altérations spontanées et les falsifications du lait, les différents procédés de stérilisation, etc. Dans la seconde partie, l'auteur étudie les principales indications du régime lacté, dans l'enfance, à l'âge adulte, dans la vieillesse. On voit que les questions traitées dans ce manuel sont nombreuses et intéressent autant l'hygiène générale que l'hygiène thérapeutique.

La margarine et le beurre artificiel, par CH. GIRARD, directeur du Laboratoire municipal de la préfecture de police et de J. DE BREVANS, chimiste au Laboratoire, 1889, 1 vol. in-16 de 172 pages, avec figures ..... 2 fr.

Préparation du beurre artificiel. — La margarine et le beurre artificiel au point de vue de l'hygiène. — Méthodes proposées pour distinguer la margarine et le beurre artificiel du beurre naturel. — Méthodes d'expertises. — Procédés rapides d'essai des beurres. — Documents législatifs et administratifs.

Digitized by Google

Les boissons hygiéniques, par ZABOROWSKI, 1889, 1 vol. in-16, 156 pages, avec 24 figures..... 2 fr.

De l'eau comme boisson. — Le filtrage de l'eau. — L'eau glacée. — Les eaux minérales naturelles. — Les eaux gazeuses artificielles. — L'eau aromatisée, — Les infusions. — Les tisanes. — Le lait. — Les fruits. — Les boissons de fruits. — Le cidre. — Les boissons de raisins secs. — La bière.

La vigne et le vin dans le midi de la France, par A. de SAPORTA, 1894, 1 vol. in-16, de 160 pages avec figures..... 2 fr.

Les vignobles du midi. — Le phylloxéra. — La submersion. — Les vignes américaines. — Les plantations de sable. — L'installation des caves et des celliers du midi.

La chimie des vins, les vins naturels, les vins manipulés et falsifiés, par A. de SAPORTA, 1889, 1 vol. in-16, de 160 pages, avec 14 figures..... 2 fr.

Les vins naturels. — Composition. — Méthode d'analyse. — Diversité de composition. *Les vins manipulés et falsifiés.* — Plâtrage des vins. — Emploi du sucre et de l'alcool pour améliorer les vins. — Mouillage et vinage. — Falsifications de nature complexe.

Les vins sophistiqués, procédés simples pour reconnaître les sophistications les plus usuelles, par ÉTIENNE BASTIDE, 1889, 1 vol. in-16, de 152 pages, avec figures..... 2 fr.

Coloration artificielle. — Réactifs. — Matières colorantes (fuchsine, caramel, dérivés de la houille, indigo, couperose, cochenille, baies de sureau, rose tremière, phytolaque, troène, etc.). — Essai de teinture des étoffes par le vin. — Examen microscopique. — Action des vins colorés artificiellement sur l'homme. — Vinage ou alcoolisation et mouillage. — Addition d'acide sulfurique. — Salicylage. — Addition d'acide oxalique. et d'acide tartrique. — Plâtrage. — Alunage et salage.

La coloration artificielle des vins, par MARIUS MONAVON, pharmacien de première classe, 1890, 1 vol. in-16, de 160 pages, avec figures ..... 2 fr.

La coloration artificielle des vins est devenue un art si complexe que ce n'est pas trop de tout un volume pour exposer les procédés d'analyse permettant de la découvrir. Tous les chimistes ont apporté leur contingent à ces procédés, chacun a imaginé le sien et, comme l'ingéniosité des fraudeurs croissait avec l'habileté de leurs adversaires, il fallait tous les trois mois changer de méthode, trouver d'autres réactifs pour déjouer leurs artifices. De là est résulté un véritable encombrement de la chimie analytique appliquée aux vins, et un nouveau venu dans la science se fût trouvé fort embarrassé de trouver sa voie dans ce labyrinthe. M. Monavon s'est proposé de contrôler et de comparer toutes les méthodes et d'indiquer celles qui permettent d'arriver à un résultat hors de toute contestation.

Ce livre est écrit avec méthode et clarté, au courant des actualités, et rendra des services très appréciés aux chimistes spéciaux.

J.-B. BAILLIÈRE ET FILS, 19, RUE HAUTEFEUILLE, A PARIS

UNIVERSITY OF CALIFORNIA
Digitized by Google

ŒNOLOGIE

Sophistication et analyse des vins, par ARMAND GAUTIER, membre de l'Institut et de l'Académie de médecine, professeur de chimie à la Faculté de médecine de Paris. 4e *édition entièrement refondue*. 1 vol. in-18 de 356 p., avec fig. et 4 pl. noires et color., cart..... **6 fr.**

L'ouvrage est divisé en deux parties : dans la première, l'auteur s'occupe du dosage de divers éléments du vin. Dans la seconde partie, M. A. Gautier s'occupe de la recherche des diverses sophistications : mouillage et vinage, additien de vins de raisins secs, coloration artificielle, plâtrage et déplâtrage, phosphatage et tartrage des moûts.

Dans la partie si importante de la coloration artificielle, les procédés de recherches de M. Ch. Girard, directeur du Laboratoire municipal, sont minutieusement exposés.

La coloration artificielle des vins, par MARIUS MONAVON, pharmacien de 1re classe. 1 vol. in-16 de 68 pages, avec fig..... **2 fr.**

L'essai commercial des vins et des vinaigres, par J. DUJARDIN. 1 vol. in-16 de 368 pages, avec 366 fig., cartonné..... **4 fr.**

Cet ouvrage s'adresse à tous ceux qui ont besoin de savoir essayer les moûts, doser l'alcool, l'extrait sec, les cendres, le sucre, le tannin, la glycérine, etc. : — rechercher la présence des raisins secs, du plâtre, de l'acide sulfurique, de l'acide azotique, de l'acide chlorhydrique, de l'acide borique, de l'acide salicylique, de la saccharine, des colorants, etc., — connaître enfin les principales maladies du vin. L'ouvrage est complété par la fabrication, l'analyse et l'essai des vinaigres.

La chimie des vins, les vins naturels, les vins manipulés et falsifiés, par A. DE SAPORTA. 1 vol. in-16 de 160 p., avec figures..... **2 fr.**

Les vins sophistiqués, procédés simples pour reconnaître les sophistications les plus usuelles, par ETIENNE BASTIDE, pharmacien de 1re classe. 1 vol. in-16 de 160 pages, avec figures..... **2 fr.**

Coloration artificielle. — Réactifs. — Matières colorantes (fuchsine, caramel, dérivés de la houille, couperose, indigo, cochenille, baies de sureau, rose trémière, phyloiaque, troène, etc.). — Essai des teintures des étoffes par le vin. — Examen microscopique. — Action des vins colorés artificiellement sur l'homme. — Vinage ou alcoolisation et mouillage. — Addition sulfurique. — Salicylagé. — Addition d'acide oxalique et d'acide tartrique. — Plâtrage. — Alunage et salage.

Le vin et la pratique de la vinification, par V. CAMBON, président de la Société de viticulture de Lyon. 1892, 1 vol. in-16 de 358 p., avec 100 figures, cartonné..... **4 fr.**

La coloration des vins, par les couleurs de la houille, par P. CAZENEUVE, professeur à la Faculté de Lyon. 1 vol. in-16 de 316 pages..... **3 fr. 50**

Traité de distillerie, par GUICHARD. 1896, 3 vol. in-18 jésus de 400 pages, avec figures, cartonné..... **15 fr.**

I. Chimie du distillateur : matières premières et produits de fabrication.... 5 fr.
II. Microbiologie du distillateur : ferments et fermentation..... 5 fr.
III. Industrie de la distillation : levures et alcools..... 5 fr.

L'alcool au point de vue chimique, agricole, industriel, hygiénique et fiscal, par LABSALÉTRIER, 1 vol. in-16 de 312 p., et 62 fig. **3 fr. 50**

Les eaux-de-vie et la fabrication du cognac, par A. BAUDOIN, directeur du Laboratoire de Cognac. 1893, 1 vol. in-16 de 278 pages, avec 89 figures, cartonné..... **4 fr.**

La fabrication des liqueurs, par J. DE BRÉVANS, chimiste principal au Laboratoire municipal de Paris. 2e *édition*. 1898, 1 vol. in-18, de 384 pages, avec 93 figures, cartonné..... **4 fr.**

L'art de faire le cidre et les eaux-de-vie de cidre, par HUBERT. 1895, 1 vol. in-16 de 172 pages, avec 22 figures..... **2 fr.**

ENVOI FRANCO CONTRE UN MANDAT POSTAL.

Digitized by Google

LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS
Rue Hautefeuille, 19, près du Boulevard Saint-Germain, PARIS

Bibliothèque Médicale Variée

à 3 fr. 50 le volume

Nouvelle Collection de Volumes in-16, comprenant 300 à 400 pages.

Azam. Hypnotisme.
Baillière. Maladies évitables.
Barthélemy (A.). Vision.
Barthélemy (F.). Syphilis.
Beaunis. Somnambulisme.
— Système nerveux.
Bergeret. Alcoolisme.
Bonnejoy. Végétarisme.
Bouchard. Microbes.
Bouchut. Hygiène de l'enfance.
— La vie et ses attributs.
— Signes de la mort.
Bourru et Burot. Suggestion.
—Variations de la personnalité
Brouardel. Secret médical.
Caillault. Maladies de la peau.
Castan. Hygiène de l'âge de Retour.
Collineau. Hygiène à l'école.
Coriveaud. Hyg. de la jeune fille.
— Lendemain du mariage.
— Hygiène des familles.
— Santé de nos enfants.
Cornaro. Sobriété.
Couvreur. Corps humain.
— Exercices du corps.
Cullerre. Magnétisme.
— Thérapeutique suggestive.
— Nervosisme.
— Frontières de la folie.
Cyr. Scènes de la vie médicale.
Debierre. Vices de conformation.
Donné. Hyg. des gens du monde.
Duclaux. Le lait.
Du Mesnil. Hygiène à Paris.
Dupouy. Méd. de l'Anc. Rome.
Duval. Technique microscop.
Eloy. Méthode Brown-Séquard.
Foville. Instit. de bienfaisance.
Francotte. Anthrop. criminelle.
Frédault. Passions.
Galezowski. Hygiène de la vue.
Garnier (L.). Fermentations.
Garnier (P.). Folie à Paris.
Gautier. Cuivre et plomb.
Gréhant. Poisons de l'air.
Griesselich. Méd. homéopath.
Guérin. Pansements.
Guimbail. Morphinomanes.
Herzen. Le cerveau.
Hufeland. Art de prolonger la vie.
Imbert. Anomalies de la vision.
Jousset. Maladies de l'enfance.
Jullien. Blennorragie et mariage.
Lélut. Génie, raison et folie
Luys. Hypnotisme.
Mahé. Hygiène navale.
Mandl. Hygiène de la voix.
Monteuuis. Déséquilibrés du ventre.
Moreau. Fous et bouffons.
— Folie chez les enfants.
Olivier. Hyg. de la grossesse.
Oriard. Homéopathie.
Ravenez. Hygiène du soldat.
Réveillé-Parise. Goutte.
— Hygiène de l'esprit.
Riant. Hygiène des orateurs.
— Surmenage intellectuel.
— Irresponsables.
Richard (D.). Rapports conjugaux.
Richard (E.). Prostitution.
Ricord. Syphilis.
Rouvier. Le lait.
Schmitt. Microbes.
Sicard. Évolution sexuelle.
Simon. Monde des Rêves.
— Maladies de l'esprit.
Teste. Homœopathie.

ENVOI FRANCO CONTRE UN MANDAT POSTAL

Digitized by Google

LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS
Rue Hautefeuille, 19, près du Boulevard Saint-Germain, PARIS

Petite Bibliothèque Scientifique et Médicale

Collection de volumes in-16, de 160 à 200 pages, illustrés

à 2 francs le volume

Angerstein. Gymnast. à la maison.
— Gymnast. des demoiselles.
Ball. Folie érotique.
Bastide. Vins sophistiqués.
Bel. La rose.
Bergeret. Fraudes conjugales.
Bernard. Secours aux blessés.
Bernhard. Médicaments oubliés.
Biétrix. Le thé.
Binet. Hyg. de la jeune mère.
— Médecine maternelle.
Boery. Plantes oléagineuses.
Bramsen. Les dents de nos enfants.
Brémond. Préjugés en médecine.
— Les passions et la santé.
Cauvet. Essai des farines.
Claude. Homœopathie.
Corfield. Maisons d'habitation.
Corlieu. Prostitution.
Corre. Chirurgie d'urgence.
Coste. L'inconscient.
Debierre. L'hermaphrodisme.
Dechaux. La Femme stérile.
Degoix. Maladies à la mode.
— Hygiène de la toilette.
— Hygiène de la table.
Faivre. Notions élémentaires d'hygiène.
Fournier. Onanisme.
Galopeau. Manuel du pédicure.
Garnier (Paul). Les Fétichistes.
Gautier. Fécondation artificielle.
Gensse. La femme.
Girard (Ch.). Margarine.
Gros. Mémoires d'un estomac.
Hoffmann. Homœopathie.
Hubert. Le Cidre.
Jacquemet. Mal. de la 1re enfance.
Jolly. Tabac et absinthe.
Lecanu. Géologie.
Magne. Hygiène de la vue.
Malapert du Peux. Le lait.
Monavon. Coloration des vins.
Monteuuis. Bains de mer.
— Guide de la garde-malade.
Nogier. Éducation des facultés.
O'Followell. Bicyclette et organes génitaux.
Osborn. Premiers secours
Passy. Arboriculture fruitière, 3 vol.
Périer. Première enfance.
— Seconde enfance.
— Hygiène de l'adolescence.
— L'art de soigner les enfants.
Reclu. Manuel de l'herboriste.
Saporta. Chimie des vins.
— La vigne et le vin.
Siebold. Art des accouchements.
Sylvius. Santé, formes, beauté.
Weber. La goutte.
Zaborowski. Boissons hygiéniques.

ENVOI FRANCO CONTRE UN MANDAT POSTAL

Digitized by Google

DICTIONNAIRE de Médecine domestique

Dr Paul BONAMI
Médecin en chef de l'hospice de la Bienfaisance, Lauréat de l'Académie de Médecine

COMPRENANT
LA MÉDECINE USUELLE
L'HYGIÈNE JOURNALIÈRE
LA PHARMACIE DOMESTIQUE ET LES APPLICATIONS DES NOUVELLES CONQUÊTES DE LA SCIENCE A L'ART DE GUÉRIR

1 vol. gr. in-8 de 950 pages à 2 colonnes avec 700 figures intercalées dans le texte

Broché..... **16** fr. | Relié en toile rouge, fers spéciaux. **18** fr.

L'attention et la curiosité des gens du monde se portent de plus en plus vers tout ce qui concerne les moyens de prévenir ou de guérir les maladies ; c'est à ce public soucieux de santé et désireux de connaître les plus récents progrès réalisés par l'hygiène, la médecine et la chirurgie, que s'adresse le *Dictionnaire de médecine domestique.*

Voulez-vous savoir ce que vous devez manger et boire, comment il faut vous vêtir, l'exercice que vous devez prendre, la façon d'user avec profit et sans danger des bains, douches et autres pratiques d'hydrothérapie, la manière d'orienter, de distribuer, d'aménager, de chauffer, d'éclairer, de ventiler votre habitation, de faire servir à la prolongation de votre existence tous les agents du monde extérieur et de fuir tout ce qui peut vous nuire ? Ouvrez le *Dictionnaire de médecine domestique*. La *maladie* a-t-elle fait son apparition ? Un *accident* s'est-il produit ? Êtes-vous en présence d'un *empoisonné*, d'un *asphyxié*, d'un *noyé*, d'un *blessé* ? Consultez encore le *Dictionnaire de médecine domestique*, Il vous indiquera les *causes, les signes et le traitement des maladies.*

Ce livre sera le guide de la famille, le compagnon du foyer que chacun, bien portant ou malade consultera.

DICTIONNAIRE des Plantes médicinales

Par le professeur A. HÉRAUD
Pharmacien en chef de la Marine

DESCRIPTION
HABITAT ET CULTURE
RÉCOLTE — CONSERVATION
PARTIES USITÉES
COMPOSITIONS CHIMIQUES — FORMES PHARMACEUTIQUES ET DOSES
ACTION PHYSIOLOGIQUE, USAGES DANS LE TRAITEMENT DES MALADIES, ÉTUDE SUR DES PLANTES MÉDICALES AU POINT DE VUE BOTANIQUE, PHARMACEUTIQUE ET MÉDICAL — CLEF DICHOTOMIQUE
ET TABLEAU DES PROPRIÉTÉS MÉDICINALES

Troisième édition revue et augmentée

1 volume in-18 jésus de 652 pages avec 294 figures, cartonné... **7 fr.**

ENVOI FRANCO CONTRE UN MANDAT POSTAL.

Digitized by Google

LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS

Rue Hautefeuille, 19, près du Boulevard Saint-Germain, PARIS

BIBLIOTHEQUE SCIENTIFIQUE CONTEMPORAINE

A 3 FR. 50 LE VOLUME

Collection de 125 volumes in-16, comprenant 300 à 400 pages et illustrés

Principes de philosophie positive, par AUGUSTE COMTE et ÉMILE LITTRÉ (de l'Institut), 1891, 1 vol. in-16. . . . . 3 fr. 50

Tableau synoptique de l'ensemble du cours de philosophie positive. — Exposition du but de ce cours. — Considérations sur la nature et l'importance de la philosophie positive. — Considérations générales sur la hiérarchie des sciences positives. — Etudes sur les progrès du positivisme.

La science expérimentale, par CL. BERNARD, membre de l'Institut, 3e *édition*, 1890, 1 vol. in-16, de 448 pages, avec 18 figures. . . . . 3 fr. 50

Claude Bernard par J. B. Dumas et Paul Bert. — Du progrès dans les sciences physiologiques. — Les problèmes de la physiologie générale. — Définition de la vie, les théories anciennes et la science moderne. — La chaleur animale. — La sensibilité dans le règne animal et dans le règne végétal. — Etudes sur le curare. — Physiologie du cœur. — Des fonctions du cerveau. — Discours à l'Institut.

Les sciences naturelles et l'éducation, par TH. HUXLEY, membre de la Société royale de Londres, correspondant de l'Institut, 1891, 1 vol. in-16 de 360 pages. 3 fr 50

M. Huxley a longtemps combattu pour que les sciences naturelles entrent dans les programmes de l'enseignement ; il a eu gain de cause, mais il ne se dissimule pas qu'il reste encore beaucoup à faire pour que son rêve se réalise tout entier. C'est ce qu'il dit, sous une forme simple et élevée, dans cet ouvrage, qui traite de l'éducation scientifique, de l'éducation universitaire, de l'éducation libérale, de l'éducation médicale, de l'éducation technique ; il sera lu avec profit par ceux qui s'intéressent au développement de notre culture intellectuelle. *(Revue scientifique.)*

Science et religion, par TH. HUXLEY, 1893, 1 vol. in-16 de 394 pages . . . . . 3 fr. 50

Les interprètes de la genèse et les interprètes de la nature. — Science et morale. — Réalisme scientifique et pseudo-scientifique. — Science et pseudo-science. — La valeur du témoignage dans le miraculeux. — L'agnosticisme. — Agnosticisme et catholicisme. — Les lumières de l'Église et les lumières de la science.

Les problèmes de la biologie, par le professeur TH. HUXLEY, 1892, 1 vol. in-16 de 316 pages . 3 fr. 50

L'étude de la biologie et de la zoologie. — L'enseignement élémentaire de la physiologie. — La base physique de la vie. — Biogénie et Abiogénie. — La métaphysique de la sensation. — L'alimentation et l'unité de structure des organes sensitifs. — Les animaux sont-ils des automates? — La découverte de de la circulation du sang. — Rapport des sciences biologiques avec la médecine.

ENVOI FRANCO CONTRE UN MANDAT POSTAL

Digitized by Google

Les sciences occultes, divination, calcul des probabilités, oracles et sorts, songe, graphologie, chiromancie, phrénologie, physiognomonie, cryptographie, magie, kabbale, etc., par G. PLYTOFF, 1891, 1 vol. in-16 de 329 p., avec 174 fig. 3 fr. 50

La magie, les lois occultes, la théosophie, l'initiation, le magnétisme, le spiritisme, la sorcellerie, le sabbat, l'alchimie, le kabbale, l'astrologie, par G. PLYTOFF, 1892, 1 vol. in-16, de 312 pages, avec 71 figures . . . . . 3 fr. 50

Il semble téméraire de présenter, sans faire sourire, au seuil du XXe siècle un livre sur la magie. Les sciences occultes, lorsqu'on les considère à leur véritable point de vue, ne sont pas toutefois aussi bizarres qu'on le croit généralement; elles rentrent, au contraire, dans le cadre des sciences modernes gouvernées par un principe général de méthode analytique, et la *Bibliothèque scientifique contemporaine* a tenu à honneur de faire connaître au public éclairé, les sciences occultes dont tout le monde parle sans trop savoir en quoi elles consistent. Un courant d'idées entraîne en ce moment tous les esprits vers ces sciences et toutes ces *vieilles* nouveautés ont un regain d'actualité. On ne peut nier qu'il n'y ait parfois là des vérités troublantes. « La science a dit un savant anglais, est tenue par l'éternelle loi de l'honneur à regarder en face et sans crainte tout problème qui peut franchement se présenter à elle. » Tous ceux qui voudront bien lire ces 2 volumes sans parti pris y trouveront la clef de bien des mystères restés inexpliqués, de problèmes encore indéterminés.

Les merveilles du ciel, par G. DALLET, 1 vol. in-16 de 372 pages, avec 74 figures . . . . . 3 fr. 50

L'astronomie à travers les siècles. — L'astronomie mathématique. — L'astronomie pratique. — L'astronomie physique. — Constitution physique du Soleil. — Constitution physique des planètes inférieures. — Le satellite de Vénus. — La terre. — La lune. — Constitution physique des planètes supérieures. — Histoire du ciel et des étoiles. — Les nébuleuses. — Les comètes. — Les étoiles filantes. — Observations à tenter en dehors des observatoires publics.

La prévision du temps et les prédictions météorologiques, par G. DALLET, 1 vol. in-16 de 336 pages, avec 39 figures . . . . . 3 fr. 50

Qui n'est curieux de connaître d'avance les variations de la température? Qui n'a besoin, au point de vue de ses intérêts matériels, de savoir le temps qu'il fera demain? Agriculteurs, marins, industriels, médecins, gens du monde, tous ont un intérêt capital à savoir quand il viendra de la chaleur ou du froid, de la neige ou de la pluie. L'ouvrage de M. Dallet intéressera non pas seulement ceux qui font de la météorologie une étude spéciale, mais aussi ceux moins savants et tout aussi curieux qui désirent simplement connaître les indications utiles que donne cette science attrayante et pratique.

La navigation aérienne et les ballons dirigeables, par H. de GRAFFIGNY, 1 vol. in-16 de 343 pages avec figures . . . . . 3 fr. 50

Histoire de la navigation aérienne. — Histoire des ballons. — Les ascensions scientifiques. — Les ballons militaires. — Constructions des ballons. — Gonflement et conduite des aérostats. — Les ballons dirigeables à vapeur. — Les ballons électriques. — Les hommes volants. — L'aviation. — Les aéroplanes.

Digitized by Google

Le microscope et ses applications à l'étude des végétaux et des animaux, par EDMOND COUVREUR, chef des travaux de physiologie à la Faculté des sciences de Lyon, 1 vol. in-16, de 350 pages, avec 112 figures. . . . . 3 fr. 50

Les études microscopiques ont fait de tels progrès, le matériel et les procédés d'observation se sont tellement perfectionnés que le volume de M. Couvreur, au courant de toutes les découvertes récentes, rendra de grands services aux travailleurs en leur épargnant de longs et pénibles tâtonnements. *(Cosmos.)*

La technique microscopique et histologique, par MATHIAS DUVAL, professeur à la Faculté de médecine de Paris, 1 vol. in-16, de 315 pages, avec 43 figures . . 3 fr. 50

L'anatomie générale est complètement modifiée par l'emploi du microscope : de là est née l'histologie. Mais cette science nouvelle exige des procédés d'investigation, des instruments particuliers, une technique toute spéciale. Ce précis de technique histologique sera un guide sûr, qui permettra à ceux qui débutent dans ces ordres d'études, de voir nettement le but vers lequel elles conduisent, et quelles sont les voies les plus courtes pour acquérir des connaissances aujourd'hui indispensables à la pratique de la médecine. *(La Tribune médicale.)*

La cellule animale, sa structure et sa vie, par J. CHATIN, professeur-adjoint d'histologie à la Faculté des sciences de Paris. 1892, 1 vol. in-16 de 304 pages, avec 149 figures. 3 fr. 50

Ce livre, rempli de considérations intéressantes pour tous ceux que passionnent les hauts problèmes d'histologie et de biologie générales, s'adresse cependant d'une façon spéciale aux élèves des Facultés des sciences, qui préparent la licence et l'agrégation, il est appelé à leur faciliter beaucoup les épreuves en les initiant aux principales manipulations de technique histologique.

Les anomalies chez l'homme et chez les animaux, par L. BLANC, chef des travaux anatomiques à l'École vétérinaire de Lyon. Introduction par le professeur DARESTE, 1893, 1 vol. in-16, de 328 pages, avec 127 figures . . . 3 fr. 50

Les anomalies envisagées comme phénomènes biologiques. Les anciennes croyances sur l'origine des anomalies. Origine des anomalies et des monstruosités, tératogénie. Les nains et les géants. Les anomalies de la peau, des viscères, des membres et du tronc, de la tête. Les organes génito-urinaires et l'hermaphrodisme. Les monstres doubles, leur mode de formation, leur condition d'existence. Fréquence, viabilité, puissance héréditaire des êtres anormaux. Les anomalies et la société civile et religieuse.

L'évolution sexuelle dans l'espèce humaine, par le Dr SICARD, doyen de la Faculté des sciences de Lyon, 1892, 1 vol. in-16 de 320 pages, avec 94 fig. . 3 fr. 50

Il existe entre l'homme et la femme des différences physiques et morales considérables. Ces différences portent sur la plupart des organes du corps dont elles modifient en même temps l'allure, la taille, etc.; elles sont toutes aussi nombreuses et importantes dans le domaine de la vie psychique. Enfin, à côté de ces différences innées, il en est d'autres que la civilisation et l'éducation ont créées. M. Sicard s'est proposé d'en rechercher l'évolution dans l'espèce humaine et d'en trouver l'origine et l'explication en les étudiant, d'abord chez les animaux, puis dans les races humaines les plus inférieures pour s'élever enfin jusqu'à l'homme civilisé.

Digitized by Google

Les théories et les notations de la chimie moderne, par A. de SAPORTA. Introduction par C. FRIEDEL, de l'Institut, 1 vol. in-16, de 336 pages. 3 fr. 50

Ce volume débute par une introduction de M. Friedel, en faveur de l'emploi de la notation atomique, aujourd'hui usitée dans le monde entier. Cet ouvrage sera d'un grand secours aux jeunes chimistes qui ont besoin de se mettre, dès le principe, au courant de la notation chimique et de la constitution des corps.

Le lait, études chimiques et microbiologiques, par EMILE DUCLAUX, de l'Institut, professeur à la Faculté des Sciences, 1894, 1 vol. in-16, de 376 pages, avec figures . . . . . 3 fr. 50

M. Duclaux considère le lait suivant les diverses formes qu'il revêt avant d'entrer dans la consommation : *lait*, *beurre* et *fromage*.

Constitution physique du lait, analyse du beurre, action de la lumière et des microbes sur la matière grasse du lait. La caséine, la présure et les éléments du lait, exposé des méthodes d'analyse du lait. La coagulation du lait par la prématuration des fromages, analyse des fromages, composition des divers fromages (Cantal, Brie, Roquefort, Gruyère, Parme et Hollande).

Le cuivre et le plomb, dans l'alimentation et l'industrie, au point de vue de l'hygiène, par le professeur ARMAND GAUTIER, membre de l'Institut, 1 vol. in-16, de 310 p. 3 fr. 50

Deux métaux toxiques nous accompagnent partout : le cuivre et le plomb. Ils nous fournissent nos ustensiles usuels, amènent l'eau dans nos villes, etc.

Quelle est l'influence, sur la santé publique, de l'absorption continue à petite dose, de ces deux métaux ? Le cuivre, contrairement à l'opinion admise, semble, sinon inoffensif, du moins incapable d'entraîner des accidents graves ou mortels. Il en est tout autrement du plomb. Industriels, chimistes, médecins, gens du monde, etc., chacun consultera utilement, cet ensemble de recherches qui touchent à la fois aux questions techniques les plus variées et aux intérêts les plus puissants de l'hygiène et de l'alimentation publique. *(Journal de pharmacie.)*

L'alcool au point de vue chimique, agricole, industriel, hygiénique et fiscal, par A. LARBALETRIER, professeur à l'Ecole pratique d'agriculture du Pas-de-Calais, 1 vol. in-16, de 312 pages, avec 62 figures. . . . . 3 fr. 50

Propriétés physiques. Caractères chimiques. Dérivés. Matières alcoolisables. Fermentation alcoolique. Distillation. Alcools d'industrie. Purification et rectification. Spiritueux et liqueurs alcooliques. Altérations et falsifications. Action sur la santé. Usages, Impôts

La coloration des vins par les couleurs de la houille, par P. CAZENEUVE, professeur de chimie à la Faculté de Lyon, 1 vol. in-16, de 318 pages, avec 1 planche . . . . 3 fr. 50

M. Cazeneuve a réuni tous les documents relatifs à l'emploi, pour la coloration des vins, des matières colorantes extraites de la houille.

La première partie est consacrée à l'étude toxicologique de ces composés.

La deuxième partie, consacrée à la recherche chimique des couleurs de la houille dans les vins, énumère les caractères généraux du vin naturel, des vins fuschsines, sulfofuschsinés, colorés par la safranine, les rouges azoïques, etc.

La troisième partie, la plus importante, est intitulée : *Marche systématique pour reconnaître dans un vin les couleurs de la houille.*

Digitized by Google

La métallurgie en France, par U. LE VERRIER, professeur à l'École nationale des Mines et au Conservatoire des arts et métiers, 1894, 1 vol. in-16 de 333 p, avec 66 fig. 3 fr. 50

Le premier chapitre est consacré à l'exposé des nouveaux procédés d'étude des métaux, examen microscopique et étude des propriétés physiques à l'aide du pyromètre.

Dans les chapitres suivants, M. Le Verrier passe en revue l'état actuel des principales industries métallurgiques. Il étudie la fabrication et l'affinage de la fonte, l'utilisation des fontes impures, puis les procédés de travail mécanique des aciers moulés et du fer forgé, le travail des forges, les appareils servant au travail des métaux, les procédés de trempe, enfin les constructions métalliques dont les progrès ont été si considérables.

Vient ensuite la métallurgie du nickel et de ses alliages, du cobalt, du chrome et du manganèse, de l'aluminium, du cuivre et de ses alliages, du zinc, du plomb, de l'étain, de l'antimoine, du platine.

L'ouvrage se termine par l'étude du travail des métaux dans les industries d'art.

La photographie, et ses applications aux sciences, aux arts et à l'industrie par J. LEFEVRE, professeur à l'École des sciences de Nantes, 1 vol. in-16, de 382 pages, avec 95 figures . . . . . 3 fr. 50

Méthodes et appareils photographiques. Principe de la photographie. Positifs aux sels d'argent. Retouche. Négatifs sur collodion sec, au gélatino-bromure d'argent, au charbon. Objectifs simples et composés. Mise au point. Chambres noires d'atelier. Appareils de voyage et de poche. Photographie sans objectif et sans appareil. Temps de pose. Obturateurs. Atelier et éclairage. Laboratoire.

Applications de la photographie. Gravure photographique. Photolithographie et phototypie Phototypographie. Photographie des couleurs. Photographie instantanée. Stéréoscope. Vues panoramiques. Agrandissements. Photographie microscopique. Photomicrographe Photographie astronomique.

La télégraphie actuelle, par MONTILLOT, 1 vol. in-16, de 320 pages, avec 80 figures . . . . . 3 fr. 50

M. Montillot a réuni, avec une remarquable compétence les données et les enseignements complexes de la télégraphie actuelle.

Il montre d'abord comment on construit une ligne, il introduit le lecteur dans un bureau télégraphique, décrit en détails les piles et fait connaître le moyen d'entretenir en bon état les sources d'électricité. Il passe ensuite en revue tous les organes essentiels des télégraphes Hugues, Wheatstone, Meyer, Baudot.

Un chapitre spécial a été réservé aux appareils affectés aux transmissions sur les lignes sous-marines; puis aux différentes installations en *duplex* et en *quadruplex*. Enfin, l'ouvrage se complète par la description des principaux téléphones en usage, leur installation et leur mode d'emploi à la téléphonie à grande distance et les transmissions téléphoniques et télégraphiques simultanées par le meme fil, appelées à un si grand avenir. (*Le Génie Civil.*)

Phénomènes électriques de l'atmosphère, par GASTON PLANTÉ, lauréat de l'Institut, 1 vol. in-16, de 324 pages, avec 46 figures . . . . . 3 fr. 50

L'auteur cherche à expliquer les éclairs, cette forme extraordinaire de la foudre; il est arrivé à trouver la solution du problème : il a obtenu *l'agrégation globulaire* d'un liquide électrisé, puis le *globule de feu*, et enfin la *foudre globulaire*, il s'est ensuite occupé de la *grêle*, des *trombes* et des *aurores polaires*: ces expériences jettent un grand jour sur la théorie de ces phénomènes naturels.

Digitized by Google

Bateaux et navires, progrès de la construction navale à tous les âges et dans tous les pays, par le marquis de FOLIN, ancien officier de marine, 1892, 1 vol. in-16, de 328 pages, avec 132 figures . . . . . 3 fr. 50

Radeaux et *pirogues; embarcations de pêche* sur les côtes de France, des mers du Nord, d'Espagne, de Portugal, d'Italie, de l'archipel Grec, de l'Egypte, du Maroc, du Japon, de la Chine et des deux Amériques ; *flotteurs de transport*, bricks, goëlettes, caboteurs, *bâtiments de servitude*, pontons, dragues, docks flottants, brûlots, ponts de bateaux, etc.

Bâtiments de commerce, trois mâts, paquebots, *bâtiments de guerre*, lougres, corvettes, frégates, vaisseaux à deux et à trois ponts, cuirassés, torpilleurs.

Flotteurs de plaisance, flotteurs sous-marins.

Les chemins de fer, par A. SCHŒLLER, ingénieur des arts et manufactures, inspecteur de l'exploitation du chemin de fer du Nord, 1892, 1 vol. in-16, de 368 p., avec 90 fig. 3 fr. 50

Construction, exploitation, traction. La voie, les gares, les signaux, les appareils de sécurité, la marche des trains, la locomotive, les véhicules, les chemins de fer métropolitains de montagne à voie étroite. Les tramways et les chemins de fer électriques.

La poste, le télégraphe et le téléphone. Histoire des moyens de communication à travers les siècles par E. GALLOIS, ingénieur civil, 1894, 1 volume in-16, de 382 pages, avec 136 figures . . . . . 3 fr. 50

Moyens de communication des peuples de l'antiquité. Moyen âge. Organisation des postes sous Louis XI. Moyens de correspondance au XVIe siècle. Les postes et les moyens de transport du XVIIe et XIXe siècle. Les postes modernes : installation et moyens de communication. Les postes modernes chez les différents peuples. Le timbre-poste. Histoire du télégraphe. La télégraphie électrique. Le téléphone. L'Union postale universelle.

L'artillerie actuelle, canons, poudres, fusils et projectiles, par le colonel GUN, 1 vol. in-16, de 315 pages, avec 96 figures . . . . . 3 fr. 50

Cet ouvrage donne la description des divers systèmes de canons, fusils et projectiles employés actuellement en France et à l'étranger. Après quelques renseignements sur les métaux à canon et sur la fabrication des pièces à feu, l'auteur passe en revue le matériel en service (canons et affûts), les projectiles, les poudres en service, etc. Il consacre un chapitre à l'organisation et au service de l'artillerie de l'armée française, et un autre au matériel d'artillerie créé par l'ingénieur Canet et construit par la Société des Forges et Chantiers de la Méditerranée. Le chapitre suivant est consacré au pointage et au tir des bouches à feu. Enfin, le dernier chapitre est une revue rapide des armes portatives et des canons en service chez les diverses puissances. *(Le Génie Civil.)*

L'électricité appliquée à l'art militaire, par le colonel GUN, 1 vol. in-16, de 384 pages, avec 140 figures . . . . . 3 fr. 50

Electricité et explosions de guerre. Procédés de mise de feu usités en guerre. Les explosifs actuels. Destructions de guerre. Télégraphie militaire. Organisation en France et à l'étranger. Matériel de la télégraphie militaire française. Installation des postes militaires en France et à l'étranger. Télégraphe optique militaire signaux de guerre sémaphoriques et optiques. Torpilles électriques automobiles et dirigeables. Artillerie. Aérostation militaire.

Digitized by Google

LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS
Rue Hautefeuille, 19, près du Boulevard Saint-Germain, PARIS

Bibliothèque Médicale Variée

à 3 fr. 50 le volume

Nouvelle Collection de Volumes in-16, comprenant 300 à 400 pages.

Azam. Hypnotisme.
Baillière. Maladies évitables.
Barthélemy (A.). Vision.
Barthélemy (F.). Syphilis.
Beaunis. Somnambulisme.
— Système nerveux.
Bergeret. Alcoolisme.
Bonnejoy. Végétarisme.
Bouchard. Microbes.
Bouchut. Hygiène de l'enfance.
— La vie et ses attributs.
— Signes de la mort.
Bourru et Burot. Suggestion.
—Variations de la personnalité.
Brouardel. Secret médical.
Caillault. Maladies de la peau.
Castan. Hygiène de l'âge de Retour.
Collineau. Hygiène à l'école.
Coriveaud. Hyg. de la jeune fille.
— Lendemain du mariage.
— Hygiène des familles.
— Santé de nos enfants.
Cornaro. Sobriété.
Couvreur. Corps humain.
— Exercices du corps.
Cullerre. Magnétisme.
— Thérapeutique suggestive.
— Nervosisme.
— Frontières de la folie.
Cyr. Scènes de la vie médicale.
Debierre. Vices de conformation.
Donné. Hyg. des gens du monde.
Duclaux. Le lait.
Du Mesnil. Hygiène à Paris.
Dupouy. Méd. de l'Anc. Rome.
Duval. Technique microscop.
Eloy. Méthode Brown-Séquard.
Foville. Instit. de bienfaisance.
Francotte. Anthrop. criminelle.
Frédault. Passions.
Galezowski. Hygiène de la vue.
Garnier (L.). Fermentations.
Garnier (P.). Folie à Paris.
Gautier. Cuivre et plomb.
Gréhant. Poisons de l'air.
Griesselich. Méd. homéopath.
Guérin. Pansements.
Guimbail. Morphinomanes.
Herzen. Le cerveau.
Hufeland. Art de prolonger la vie.
Imbert. Anomalies de la vision.
Jousset. Maladies de l'enfance.
Jullien. Blennorragie et mariage.
Lélut. Génie, raison et folie.
Luys. Hypnotisme.
Mahé. Hygiène navale.
Mandl. Hygiène de la voix.
Monteuuis. Déséquilibrés du ventre.
Moreau. Fous et bouffons.
— Folie chez les enfants.
Olivier. Hyg. de la grossesse.
Oriard. Homéopathie.
Ravenez. Hygiène du soldat.
Réveillé-Parise. Goutte.
— Hygiène de l'esprit.
Riant. Hygiène des orateurs.
— Surmenage intellectuel.
— Irresponsables.
Richard (D.). Rapports conjugaux.
Richard (E.). Prostitution.
Ricord. Syphilis.
Rouvier. Le lait.
Schmitt. Microbes.
Sicard. Évolution sexuelle.
Simon. Monde des Rêves.
— Maladies de l'esprit.
Teste. Homœopathie.

ENVOI FRANCO CONTRE UN MANDAT POSTAL

Digitized by Google

THIS BOOK IS DUE ON THE LAST DATE
STAMPED BELOW

AN INITIAL FINE OF 25 CENTS
WILL BE ASSESSED FOR FAILURE TO RETURN THIS BOOK ON THE DATE DUE. THE PENALTY WILL INCREASE TO 50 CENTS ON THE FOURTH DAY AND TO $1.00 ON THE SEVENTH DAY OVERDUE.

APR 23 1937

APR 24 1937

LD 21-100m-8,'34

Digitized by Google

LS
IS

icale

strés

artificielle.
ie.
estomac.
bie.
1re enfance.
ie.
vue.
e lait.
des vins.
mer.
rde-malade.
s facultés.
e et organes
ours.
fruitière,
nce.
ce.
adolescence.
r les enfants.
erboriste.
ins.
e vin.
ouchements.
s, beauté.
hygiéniques.

YB 1537

Dictionnaire de l'Industrie

Illustré de nombreuses figures intercalées dans le texte

Matières premières — Machines et Appareils — Méthodes de fabrication
Procédés mécaniques — Opérations chimiques
Produits manufacturés

Par JULIEN LEFÈVRE

DOCTEUR ÈS SCIENCES, AGRÉGÉ DES SCIENCES PHYSIQUES,
PROFESSEUR AU LYCÉE DE NANTES

1899. 1 vol. gr. in-8 de 900 à 950 pages à 2 colonnes, avec **environ** 800 figures..... **25 fr.**

Dictionnaire d'Électri

COMPRENA

Les Applications aux Sciences, 'Industrie

Par JULIEN L

DOCTEUR ÈS SCIENCES, AGRÉ UES,
PROFESSEUR AU

DEUXIÈME ÉDITION MISE AU ÉS ÉLECTRIQUES

Int

PROFESSE ARIS

1895. 1 ec 1250 fig.. **25 fr.**

TP590
G8
V.3
89201

---

himie

Par E. BOUANT, Agrégé des sciences physiques.

COMPRENANT

Les Applications aux Sciences, aux Arts, à l'Agriculture et à l'**Industrie**

A L'USAGE DES CHIMISTES, DES INDUSTRIELS,
DES FABRICANTS DE PRODUITS CHIMIQUES, DES LABORATOIRES MUNICIPAUX,
DE L'ÉCOLE CENTRALE, DE L'ÉCOLE DES MINES, DES ÉCOLES DE CHIMIE, ETC.

Introduction par M. TROOST, Membre de l'Institut

1 vol. gr. in-8 de 1220 pages, avec 400 figures..... **25 fr.**

Ouvrage recommandé par le Ministère de l'Instruction publique pour les bibliothèques des lycées.

SUR LA POSTE.

Digitized by Google

Digitized by Google